

(7)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-215512

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

.....  
(51)Int.Cl. H04N 9/07

.....  
(21)Application number : 10-015325 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.01.1998 (72)Inventor : TSUKIOKA TAKETO  
TSURUOKA TAKEO

.....  
(54) IMAGE PROCESSING UNIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a image processing nit, where artifacts hardly take place at all parts of an image and missing color signals are restored to generate an image with high quality.

SOLUTION: An area extract section 20 extracts plural image area from each pixel of an input image, a means variance evaluation section 24 and a parameter calculation section 28 estimate color correlation on each extracted image area to obtain a parameter. Then a parameter evaluation section 32 evaluates the reliability of each parameter estimated by the means variance evaluation section 24 and the parameter calculation section 28 and gives only the parameters with high reliability to a pixel restoring section 34. The pixel restoring section 34 restores a color signal value of each pixel of the input image, based on only the parameters relating to the pixel among received parameters.

.....  
LEGAL STATUS [Date of request for examination] 25.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the image processing system which inputs the digital image which was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system, and which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel, presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, The dependability of each hue Seki parameter

presumed by the above-mentioned hue Seki parameter estimation means is evaluated based on the chrominance-signal value on the image field corresponding to the hue Seki parameter and its hue Seki parameter. A parameter selection means to select only a reliable hue Seki parameter, As opposed to each pixel of the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value The image processing system characterized by providing a restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on the chrominance-signal value which exists in the pixel, and the thing in which the image field which corresponds among the hue Seki parameters selected by the above-mentioned hue Seki parameter selection means includes the pixel. [Claim 2] In the image processing system which inputs the digital image which was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system, and which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel, presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, A field restoration means to restore the lack chrominance-signal value on each image field from the hue Seki parameter corresponding to the image field, and the chrominance-signal value which exists in each pixel, and to generate a restoration image field, A restoration field selection means to select the restoration image field which evaluated the dependability of a restoration result based on the chrominance-signal value on the restoration image field, and was estimated to be reliable to each restoration image field generated by the above-mentioned field restoration means, The image processing system characterized by providing a pixel restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on what contains the pixel among the restoration image fields selected by the above-mentioned restoration field selection means, to each pixel of the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value.

[Claim 3] A characteristic quantity calculation means by which the above-mentioned field extract means calculates the predetermined characteristic quantity relevant to a hue Seki parameter based on the chrominance-signal value which exists near the pixel in each pixel of the above-mentioned digital image, The image processing system according to claim 1 or 2 characterized by having a division means to divide into two or more image fields near each pixel of the above-mentioned digital image based on the

characteristic quantity computed by the above-mentioned characteristic quantity calculation means, and extracting each divided image field.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Since the image processing system which outputs the color digital image expressed by two or more sorts of chrominance-signal values cost the color of each pixel and it was especially obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system, this invention inputs the digital image which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel, and it relates to the image processing system which outputs the color digital image with which the lack chrominance-signal value in each pixel was compensated.

[0002]

[Description of the Prior Art] the 2 plate image pick-up system in which, as for the veneer image pick-up system using the image sensor which arranged the color filter on the light-receiving side in the shape of a mosaic, and one sheet, only G (green) filter picturizes by CCD of two sheets which, as for one more sheet, arranged the mosaic filter of R (red) and B (blue) -- a spectrum -- it has the advantage that it can constitute cheaply to a system and the 3 plate image pick-up system using the image sensor of three sheets. However, by these image pick-up systems, in order that at least one or more chrominance-signal values may be missing in each pixel of the obtained image, the interpolation processing with which the chrominance-signal value is presumed and compensated is needed.

[0003] Simple linear interpolation processing by which the chrominance-signal value which lacks a certain pixel is compensated with the average of the chrominance-signal value of the same kind which does not lack that perimeter as this interpolation processing has been performed widely conventionally. However, in the processing result, the phenomenon of degrading image quality produces irregularity of a false color and the edge section, coloring, etc. according to color filter arrangement. Therefore, the restoration technique of the new lack chrominance-signal value which suppresses generating of these phenomena and raises image quality is proposed. The improvement

effectiveness in image quality has the high approach of compensating a lack chrominance-signal value especially using the relation between the chrominance-signal values in the partial field of a color picture, and the so-called hue Seki.

[0004] For example, as the first example, the interpolation to the chrominance signal of a low sampling consistency is indicated by JP,4-502096,A in the picture signal with which a luminance signal is acquired by the high sampling consistency, and other chrominance signals are relatively acquired by the low sampling consistency. By this approach, the chrominance signal of a low sampling consistency is computed using the luminance signal of a high sampling consistency. For this reason, it is assumed that the sampled value of the signal S1 of a high sampling consistency surely exists in the sampling position of the signal S2 of a low sampling consistency. When less [ the difference between the sampled value of S1 in the sampling position of a signal S2 ] than a threshold as compared with a predetermined threshold, simple linear interpolation processing which used only the sampled value of a signal S2 is performed. When exceeding a threshold, it judges that an edge is between the sampling positions of a signal S2, and it assumes that it has the linearity relation which S1 and S2  $S2=a*S1+b$  Become, and multipliers a and b are calculated from the value of S1 and S2 in the sampling position of S2.

[0005] As the second example, moreover, in JP,5-56446,A In the partial field of an image, it is assumed that change of a color is looser than change of brightness. 2-dimensional low-pass processing of each chrominance signal of N class acquired in the color video camera is carried out. From L chrominance-signal value (any of 1-N is L?) which exists K chrominance-signal value (any of 1-N is K?) which is missing in a certain pixel P in the pixel P to a formula  $K=(K_{low}/L_{low}) \times L$  It computes. Klow and Llow It is a value in the pixel P of the signal which carried out low-pass processing of K chrominance signal and the L chrominance signal, respectively.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Each conventional technique of using hue Seki forms a certain assumption about the property of hue Seki which a common image has, and it processes noting that the assumption is materialized near each pixel.

[0007] However, with these conventional techniques, there is also a pixel which has near where the prepared assumption is not materialized in an image, an artifact (the image description which originally does not exist) arises in the processing result of such a part, and the point that image quality deteriorates on the contrary is not indicated.

[0008] Moreover, also about the pixel in which the assumption about hue Seki is materialized, with the conventional technique, it took only near [ one ] per each pixel,

and the lack chrominance-signal value was restored in near using hue Seki in the near. Therefore, the point that a restoration result is weak in a noise is not indicated.

[0009] This invention by restoring a lack chrominance-signal value only using the information on the field which was made in view of the above-mentioned point, judged whether it would be materialized in a field with the assumption prepared about hue Seki, and was judged that an assumption is materialized. It aims at offering the image processing system which can restore the lack chrominance-signal value which can generate a high-definition image that it is hard to produce an artifact by all the parts of an image.

[0010] Moreover, this invention aims at offering the image processing system which can restore a lack chrominance-signal value strong against a noise by processing by synthesizing hue Seki of two or more near related with the pixel of opposite *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. to a certain pixel.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the image processing system by this invention The digital image which was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system and which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel is inputted. A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which it is the image processing system which presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image, and lacks the above-mentioned chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, The dependability of each hue Seki parameter presumed by the above-mentioned hue Seki parameter estimation means is evaluated based on the chrominance-signal value on the image field corresponding to the hue Seki parameter and its hue Seki parameter. A parameter selection means to select only a reliable hue Seki parameter, As opposed to each pixel of the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value It is characterized by having a restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on the chrominance-signal value which exists in the pixel, and the thing in which the image field which corresponds among the hue Seki parameters selected by the above-mentioned hue Seki parameter selection means includes the pixel.

[0012] That is, according to the image processing system of this invention, a field extract means extracts two or more image fields per each pixel of an input image, and a

hue Seki parameter estimation means presumes and parameterizes hue Seki on an image field to each extracted image field. And a parameter selection means evaluates the dependability of each parameter presumed by the hue Seki parameter estimation means, and sends only a reliable parameter to a restoration means. With a restoration means, the chrominance-signal value of the pixel is restored in each pixel of an input image based on the thing relevant to the pixel among the sent parameters.

[0013] Therefore, since two or more image fields are taken to each pixel of an input image and only what has high dependability is selected among the hue Seki parameters on each image field, the artifact produced by using an unreliable parameter can be controlled. Moreover, since restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel is performed from two or more hue Seki parameters in relation to the pixel, restoration strong against a noise is attained.

[0014] Moreover, the image processing system by this invention was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system. The digital image which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel is inputted. A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which it is the image processing system which presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image, and lacks the above-mentioned chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, A field restoration means to restore the lack chrominance-signal value on each image field from the hue Seki parameter corresponding to the image field, and the chrominance-signal value which exists in each pixel, and to generate a restoration image field, A restoration field selection means to select the restoration image field which evaluated the dependability of a restoration result based on the chrominance-signal value on the restoration image field, and was estimated to be reliable to each restoration image field generated by the above-mentioned field restoration means, It is characterized by having a pixel restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on what contains the pixel among the restoration image fields selected by the above-mentioned restoration field selection means, to each pixel of the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value.

[0015] That is, according to the image processing system of this invention, a field extract means extracts two or more image fields per each pixel of an input image, and a hue Seki parameter estimation means presumes and parameterizes hue Seki on an

image field to each extracted image field. And the lack chrominance-signal value in each pixel on the image field where a field restoration means corresponds per [ which was presumed ] each parameter is restored, and the restoration image field of a color is generated. This processing is performed based on each hue Seki parameter and the chrominance-signal value which already exists on a corresponding image field. If lessons is taken from each hue Seki parameter and a restoration image field is generated in this way, a restoration field selection means will select only the restoration image field which evaluated the dependability of a restoration result based on the chrominance-signal value on each restoration image field, and was estimated to be reliable. With a pixel restoration means, the chrominance-signal value of the pixel is restored in each pixel of an input image based on what includes the pixel among the restoration image fields selected by the restoration field selection means.

[0016] Therefore, two or more image fields are taken to each pixel of an input image, and the lack chrominance-signal value on each image field is restored based on the hue Seki parameter on the image field. Since only the restoration result judged to be reliable is selected and it is used for restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel, the artifact produced by using an unreliable restoration result can be controlled. Moreover, since restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel is performed based on two or more restoration results in relation to the pixel, restoration strong against a noise is attained. Furthermore, since the restoration result of each image field is used for the judgment of the dependability of direct restoration, processing with more certainly efficient evaluation of dependability is attained.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0018] [Gestalt of the 1st operation] drawing 1 is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention was applied.

[0019] This electronic camera system consists of bodies 12 of a processor by which cable splicing was carried out to the electronic camera 10 and this electronic camera 10.

[0020] Into the electronic camera 10, the veneer primary color CCD 14 and A/D converter 16 are allotted, and the output of A/D converter 16 is connected so that the input image buffer 18 constituted in the body 12 may be supplied.

[0021] In the body 12, the field extract section 20, the field buffer 22, average / distribution evaluation section 24, the filter arrangement maintenance ROM 26, the parameter calculation section 28, the parameter buffer 30, the parameter evaluation



section 32, the pixel restoration section 34, and the output image buffer 36 other than this input image buffer 18 are arranged. Here, the output of the input image buffer 18 is inputted into the field extract section 20, and the output of this field extract section 20 is inputted into the field buffer 22. The output of the field buffer 22 is inputted into average / distribution evaluation section 24 and the pixel restoration section 34. Moreover, the arrangement information on the mosaic color on the veneer primary color CCD 14 is memorized by the filter arrangement maintenance ROM 26, and the output of this filter arrangement maintenance ROM 26 is inputted into the above-mentioned average / distribution evaluation section 24 and the parameter calculation section 28. The output of the above-mentioned average / distribution evaluation section 24 is inputted into the above-mentioned parameter calculation section 28. The output of this parameter calculation section 28 is inputted into a parameter buffer 30, and the output of this parameter buffer 30 is inputted into the parameter evaluation section 32. The output of this parameter evaluation section 32 is outputted to the above-mentioned pixel restoration section 34. And the output of this pixel restoration section 34 is inputted into the output image buffer 36, and the output of this output image buffer 36 is drawn in the exterior of the body 12 of a processor concerned.

[0022] Usually in the exterior of this body 12 of a processor, the color digital image which arranges the compression processing section which performs picture compression processing of JPEG etc., and storages, such as a memory card, and is outputted from the above-mentioned output image buffer 36 is compressed and saved.

[0023] In addition, although this electronic camera system is considering the electronic camera 10 and the body 12 of a processor as another object configuration, it is needless to say that an electronic camera 10, the body 12 of a processor, and the compression processing section which is not illustrated and a storage may be united with one case at drawing 1 as a broken line shows, and you may constitute as electronic camera equipment.

[0024] Next, the actuation in a configuration as shown in drawing 1 is explained.

[0025] If an image pick-up is performed by the electronic camera 10, the signal from the veneer primary color CCD 14 will be digitized through A/D converter 16, and will be transmitted to the input image buffer 18 of a body 12 as a digital veneer image. To the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system having three kinds of chrominance-signal values, 'R, G, and B, in each pixel, according to color filter arrangement of the veneer primary color CCD 14, only one kind of chrominance-signal value had this digital veneer image in each pixel, but two kinds of other chrominance-signal values are missing. So, within a body 12, the

chrominance-signal value which is missing by each pixel of a digital veneer image is presumed, and processing which restores the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system is performed. this restoration processing -- each pixel of the digital veneer image in the input image buffer 18 -- receiving -- one by one -- the following processings -- \*\*\*\*\* -- it is attained by things.

[0026] In the following explanation, the pixel set as the object of current restoration processing is called an attention pixel. Moreover, the image formed by taking out S chrominance-signal value (any of R, G, and B is S?) in each pixel in a field with an image will be called S chrominance signal in the field.

[0027] First, the field extract section 20 writes the image which read the image in the field from the sequential input image buffer 18, and read it in the field buffer 22 to all the \*\* type fields with the magnitude containing an attention pixel of 5x5 pixels. After the writing of the image in all \*\* type fields is completed, average / distribution evaluation section 24 reads the image in each \*\* type field to juxtaposition from the field buffer 22, and performs the next processing to juxtaposition to each image.

[0028] That is, average / distribution evaluation section 24 is the average Ar of a chrominance-signal value [ in / the pixel location from which R chrominance-signal value is acquired in a \*\* type field is pinpointed from the arrangement information on the color filter memorized by the location of the read \*\* type field, and the filter arrangement maintenance ROM 26, and / those pixel locations ]. And distribution Vr It calculates. They are the averages Ag and Ab similarly about G and B chrominance signal. And Distribution Vg and Vb It calculates. Here, r, g, and b are the subscripts showing the class of chrominance signal. And it predicts by the formula (1) as shows below the dependability of the parameter computed in the parameter calculation section 28 from Distribution Vc (any of r, g, and b is c?). Vc Only when filling a \*\* type (1), transmit Ac and Vc (any of r, g, and b is c?) to the parameter calculation section 28. The relation of the dependability of a formula (1) and a parameter is mentioned later.

[0029]

[Equation 1]

$$V_r > Th1, \text{且} V_g > Th1, \text{且} V_b > Th1, \text{且} \left( \frac{\min(V_r, V_g)}{\max(V_r, V_g)} > Th2 \text{或} \frac{\min(V_r, V_b)}{\max(V_r, V_b)} > Th2 \text{或} \frac{\min(V_g, V_b)}{\max(V_g, V_b)} > Th2 \right) \quad \dots(1)$$

[0030] Here, max (p, q) shows the maximum of p and q, and min (p, q) shows the

minimum value of p and q. Th1 and Th2 are suitable thresholds.

[0031] At the parameter calculation section 28, they are calculated value Ac and Vc. A transfer specifies first the class S of chrominance-signal value which exists in an attention pixel (any of R, G, and B is S?) from the arrangement information on a color filter and the location of a \*\* type field which are memorized by the filter arrangement maintenance ROM 26. Then, the relation which should consist of the transmitted average and distribution in the original RGB image in the \*\* type field where they were computed between a chrominance signal S and other chrominance signals T (that T is not [ that ] among [ S ] R, G, and B) is presumed. This relation is called below hue Seki of chrominance signals S and T. Hue Seki of the chrominance signals S and T presumed is expressed with the following formula (2) containing parameter alphast and betast.

[0032]

$$T = \alpha \cdot s_t \cdot x_S + \beta \cdot s_t \quad \cdots (2)$$

(Any which are r, g, and b in s and the subscript corresponding to S and T in t)

here, parameter alphast and betast call it a hue Seki parameter -- having -- the average Ac And distribution Vc from -- it is calculated.

[0033] Here, hue Seki in a original RGB image and the semantics of a formula (2) are described. When the body which generally has a diffuse reflection property under the natural lighting environment where the number of dominant illumination light is one is picturized, C chrominance-signal value Cp (any of R, G, and B is C?) in the pixel P corresponding to the body front face in a original RGB image They are [ spectral characteristic / of the dominant illumination light ] Fc, then (any of r, g, and b is c (lambda) corresponding to C?) [Equation 2] about the spectral sensitivity characteristic of Ref (lambda) and an image sensor in the spectral reflectance on L (lambda) and the front face of a body.

$$C_p = \left( \int L(\lambda) \text{Ref}(\lambda) F_c(\lambda) d\lambda \right) \times n(P) + \int A(\lambda) \text{Ref}(\lambda) F_c(\lambda) d\lambda \quad \cdots (3)$$

[0034] It becomes. Among this formula (3), n (P) is an amount decided by the sense of the illumination light, and the sense of the normal on the front face of a body corresponding to Pixel P, and A (lambda) is the spectral characteristic of the illumination light and the ambient light produced as a result of the multiple echo of two or more bodies. An integral is taken in the range of wavelength in which the spectral sensitivity of an image sensor serves as forward. Let alpha and beta be parameters from this formula (3) between the chrominance signal [ / near the pixel P ] C, and C' (any of R, G, and B is C and C'? ). C=alphaxC'+beta -- (4)

It turns out that the linearity relational expression to say is realized.

[0035] Moreover, when a body has a specular reflection property and a diffuse reflection property, it is known that the chrominance signal C and C' in a field corresponding to the front face of the large range of objective have the relation shown by drawing 2 . Drawing 2 is that to which C chrominance-signal value was plotted on the axis of abscissa, and it plotted C' chrominance-signal value on the axis of ordinate about each pixel of the original RGB image in the field, and the relation between the chrominance signals in a field is illustrated. Hereafter, such a graph is called a hue Seki Fig. Although it can consider that the relation between the chrominance signal [ / near / very small / the pixel P ] C and C' is the thing of this graph which took out the part very much here, this can be enough approximated by the formula (4). In the very small image field corresponding to the body front face of a single material, the relation between a chrominance signal C and C' can also approximate the basis of the still more complicated reflection property of lighting conditions and a body in the straight line of a formula (4). This is a reason for using a formula (2) for hue Seki.

[0036] next, drawing 3 -- using -- hue Seki parameter alphast and betast -- calculated value Ac and Vc from -- how to presume is explained.

[0037] In the hue Seki Fig. shown in the method of the right in drawing 3 , a thin half-tone-dot-meshing part is what illustrated chrominance signals S and T among the chrominance signals 38 in a original RGB image, and shows hue Seki of two original chrominance signals. however, since the chrominance signal 40 of the veneer image in a rectangle field is the Isshiki signal value per pixel, it is expressed with the hatching part of the slash of drawing 3 -- having -- the above -- only what projected the thin half-tone-dot-meshing part on each shaft is obtained. So, with the gestalt of this operation, the presumed approximation line 42 which approximates original hue Seki is presumed as follows from the slash hatching part of drawing 3 .

[0038] First, the inclination of the presumed approximation line 42 is presumed as a ratio of the amount of fluctuation of each chrominance signal of a veneer image. Next, the average of each chrominance signal of a veneer image determines the shunt. If the standard deviation (square root of distribution) of each chrominance signal is used as an amount of fluctuation, parameter alphast of the presumed approximation line 42 and betast will be determined by the following formula (5).

[0039]

[Equation 3]

$$\alpha_{st} = \sqrt{\frac{V_t}{V_s}}, \quad \beta_{st} = A_t - \alpha_{st} \times A_s \quad \cdots(5)$$

[0040] In addition, they are  $A_s$ ,  $V_s$ ,  $A_t$ , and  $V_t$  here. It is an average and distribution of the chrominance signals  $S$  and  $T$  in a rectangle field. a parameter -- calculation -- the section -- 28 -- the above -- a formula -- (-- five --) -- being based -- four -- a \*\* -- a hue -- Seki -- a parameter --  $\alpha$  --  $s$  --  $\beta$  --  $s$  --  $\alpha$  --  $s$  -- ' --  $\beta$  --  $s$  -- ' (two kinds of chrominance signals whose  $t$  and  $t'$  is not  $s$ ) -- calculating -- as a parameter set -- a parameter buffer 30 -- transmitting .

[0041] All  $A_c(s)$  to which the parameter calculation section 28 was transmitted, and  $V_c$  After ending the receiving processing, the parameter evaluation section 32 is beginning to read at a time one set of parameter sets transmitted to the parameter buffer 30, and evaluates the dependability.

[0042] Here, the importance and the appraisal method of the dependability of a parameter are explained. The hue Seki parameter computed based on the above-mentioned formula (5) assumes that a formula (2) is realized to hue Seki of the chrominance signals  $S$  and  $T$  in a rectangle field, and is obtained in it. However, as it has a different hue and surface brightness is moreover shown to the chrominance signal 38 of 3 plate images in the hue Seki Fig. shown in the method of the right in drawing 4 by the boundary section on two front faces of a body which is changing with the configurations of a field etc., hue Seki consists of two or more straight lines, and cannot be well approximated in a single straight line. This part will be hereafter called the color edge field 44, and the part which can approximate hue Seki in a single straight line as shown in drawing 3 to this will be called the material homogeneity field 46.

[0043] In the color edge field 44, since a big presumed error will arise if a lack chrominance signal is presumed based on the computed hue Seki parameter, it is necessary to avoid use of the hue Seki parameter. However, since a graph like drawing 4 from the chrominance signal 40 of a veneer image is not obtained, an approximate quality will not need to be known directly but will need to presume the dependability. In the gestalt of this operation, it is Distribution  $V_c$  at average / distribution evaluation section 24. The situation that it may be based and dependability may become low first is detected, and two steps of processings in which the approximation precision is judged based on the value of the hue Seki parameter itself in the parameter evaluation section 32 are performed.

[0044] Generally, in the color edge field 44, the inclination for distribution of each chrominance signal to become large as compared with the material homogeneity field 46 is strong. However, in the field of an achromatic color, even if distribution of each chrominance signal is large, the straight-line relation between chrominance signals is

materialized. In average / distribution evaluation section 24, this situation was detected and avoided by the formula (1), and it has prevented computing an unreliable hue Seki parameter in the parameter calculation section 28. Moreover, the probability for the value of Parameter beta to have a big absolute value in the color edge field 44 is high about the value of a hue Seki parameter itself. On the other hand, in the material homogeneity field 46, Parameter beta takes the value near "0." Also in the material homogeneity field 46, although Parameter beta can take a big value on the case where the spectral characteristics of ambient light and direct light differ greatly, or the outskirts of highlights so that it may be suggested from a formula (3), such fields are comparatively few in an image.

[0045] Then, the parameter evaluation section 32 estimates only the parameter set which has  $|\text{betast}|$  below a threshold for absolute value  $|\text{betast}|$  of betast in each parameter set as compared with the predetermined threshold Th 3 are reliable, and it transmits to the pixel restoration section 34. Consequently, as shown in drawing 5, among the parameters which approximate hue Seki in the rectangle field containing the attention pixel 48, it removes, the parameter set 52 of the material homogeneity field 46 is selected, and the parameter set 50 of the color edge field 44 is transmitted to the pixel restoration section 34.

[0046] The pixel restoration section 34 is the chrominance-signal value  $S_p$  which exists in an attention pixel from the field buffer 22. It reads and the lack chrominance-signal value  $T_p$  (that T is not [ that ] among [ S ] R, G, and B) in an attention pixel is presumed by the following formula (6) to each parameter set alphast and betast which were transmitted.

[0047]  $T_p = \text{alphast} \times S_p + \text{betast}$  .. (6) This is illustrated as a process in which the lack chrominance signal 56 of an attention pixel is searched for from the chrominance signal 54 of an attention pixel in drawing 5. And  $T_p$  obtained with each parameter set The average is calculated, it considers as the value of the lack chrominance signal of an attention pixel, and 3 chrominance-signal value of an attention pixel is generated. When a parameter set is not sent at all, the pixel restoration section 34 chooses and reads the rectangle field centering on an attention pixel from the field buffer 22, and makes the average of the chrominance signal T in the interior the lack chrominance-signal value of an attention pixel. 3 chrominance-signal value of an attention pixel is written in the location corresponding to the last in the output image buffer 36, and the processing to an attention pixel is completed.

[0048] As a result of performing the processing so far to each pixel, the original RGB image with which lack of a chrominance signal was compensated is obtained by the

output image buffer 36.

[0049] With the gestalt of this operation, the field extract section 20 chooses two or more rectangle fields to each pixel, and two or more estimate of a hue Seki parameter [ / near the attention pixel ] is obtained because the parameter calculation section 28 computes a hue Seki parameter to each rectangle field. And only what has high dependability is selected by average / distribution evaluation section 24 and the parameter evaluation section 32 from those estimate, and the lack chrominance-signal value of an attention pixel is compensated by the pixel restoration section 34 based on the selected hue Seki parameter. Therefore, when the artifact produced in the lack color restoring method based on conventional hue Seki in the neighborhood of the color edge field 44 can be mitigated and removed and a original RGB image with more high image quality can be obtained to the output image buffer 36, high-definition-izing strong against a noise is possible by synthesizing the estimate of two or more hue Seki parameters also in the material homogeneity field 46.

[0050] Moreover, since hue Seki is expressed with the formula (2) containing two parameters, lack color restoration of a scene with variegated lighting conditions and a body surface characteristic can be performed more correctly.

[0051] Also in presumption of a hue Seki parameter, in order to compute a hue Seki parameter from the average of a partial field, and distribution, it has the flexibility which can respond to the veneer image pick-up system which has various color filter arrangement.

[0052] Moreover, in the gestalt of this operation, various deformation and modification are possible. If the field which the field extract section 20 extracts is small to some extent, it is good in the configuration of not only a rectangle field with a size of 5x5 pixels but the optimal arbitration for mounting, and the field of size. Especially the method that determines the field which is mentioned later, and to extract based on the characteristic quantity computed from the veneer image as shown in the gestalt of the 2nd operation is effective. In this case, the field extract section 20 calculates characteristic quantity, such as brightness to the whole image, before performing the extract about each pixel. And in the extract about each pixel, two or more near is taken about each pixel, field division of near each is carried out based on characteristic quantity, and each divided field is extracted.

[0053] Color filter arrangement of the veneer primary color CCD 14 is easy to be the thing of arbitration, and a type does not restrict it to a primary color system, either. Average / distribution evaluation section 24 may calculate the maximum of each chrominance signal in a rectangle field, and the minimum value in addition to an

average and distribution, it may transmit to the parameter calculation section 28, and the parameter calculation section 28 may compute a hue Seki parameter based on the maximum and the minimum value which were transmitted. In this case, parameter alphast and betast are computed based on the following formulas from maximum MAX\_c and minimum value MIN\_c (any of r, g, and b is c?) of each chrominance signal which replaced the formula (5) and were transmitted to it. This approach has quick processing speed and is especially effective in a document image etc. [ of processing speed ]

[0054]

[Equation 4]

$$\alpha_{st} = \frac{\text{MAX}_t - \text{MIN}_t}{\text{MAX}_s - \text{MIN}_s}$$

$$\beta_{st} = \frac{\text{MAX}_t + \text{MIN}_t}{2} - \alpha_{st} \times \frac{\text{MAX}_s + \text{MIN}_s}{2} \quad \dots(7)$$

[0055] Moreover, it is also possible to use another formula for the relational expression (2) showing hue Seki. For example, only alphast may be calculated according to a formula (2) using betast=0 and the set formula by the formula (2). In this case, the parameter evaluation section 32 can become unnecessary and processing speed can be raised by presuming alphast as a ratio of the average of the chrominance signal on a rectangle field, or a mean value. The object picturized is limited, and when the formula (3) which is to the base which parameterizes hue Seki can be described in more detail, a still more advanced hue Seki model may be adopted. Various deformation can be considered also by the final lack chrominance-signal value computing method in the pixel restoration section 34. Estimate Tp of the lack chrominance-signal value over each parameter set It is also effective to carry out weighting with the dependability of each parameter rather than to simply to carry out an arithmetic average. When allowances are in the processing time, it considers that each parameter set is a 4-dimensional vector, it is clustered, and how to ease the effect of failure in the reliability estimation of a parameter by calculating a final lack chrominance-signal value by using the central value of the largest cluster for a parameter is also considered.

[0056] The dependability predicting method of the hue Seki parameter in average / distribution evaluation section 24 can also consider various things in addition to a formula (1). For example, the approach it is predicted that is unreliable when it is over the threshold which takes the difference of distribution of two sorts of chrominance signals, and has a difference is more desirable than a formula (1) at a point calculable at a high speed.



[0057] Also about the method of a field extract, two or more [ each time ] fields are not extracted per processing of each pixel, but the hue Seki parameter about the rectangle field of the predetermined size contained in a veneer image is calculated first, it puts into the parameter buffer 30, and improvement in the speed can be attained by making it processing in which only what has high dependability is used for lack color restoration of each pixel among the hue Seki parameters of the rectangle field containing the pixel.

[0058] [Gestalt of the 2nd operation] drawing 6 is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention was applied. In this drawing, the same reference number as drawing 1 is given to the same part as the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned.

[0059] This electronic camera system consists of bodies 12 of a processor by which cable splicing was carried out to the electronic camera 10 and this electronic camera 10. In the gestalt of this operation, the input image buffer 18, the reference image count section 58, the reference image buffer 60, the block extract section 62, the block division section 64, the block buffer 66, average / distribution evaluation section 24a, the filter arrangement maintenance ROM 26, parameter calculation section 28a, the block restoration section 68, the artifact evaluation section 70, the linear interpolation section 72, the addition average section 74, and output image buffer 36a are allotted in a body 12.

[0060] Here, the output of the input image buffer 18 is inputted into the reference image count section 58, the block extract section 62, and the linear interpolation section 72. The output of the reference image count section 58 is inputted into the reference image buffer 60, and the output of this reference image buffer 60 is outputted to the block division section 64. Moreover, the output of the block extract section 62 is also inputted into this block division section 64. The output of the block division section 64 is inputted into the block buffer 66, and the output of this block buffer 66 is inputted into average / distribution evaluation section 24a and the block restoration section 68. The output of the filter arrangement maintenance ROM 26 is also inputted into average / distribution evaluation section 24a, and the output of this average / distribution evaluation section 24a is inputted into parameter calculation section 28a. The output of parameter calculation section 28a is inputted into the block restoration section 68, and the output of the filter arrangement maintenance ROM 26 is further inputted into this block restoration section 68.

[0061] The output of this block restoration section 68 is inputted into the artifact evaluation section 70, and the output of the artifact evaluation section 70 is inputted

into the addition average section 74. The output of the linear interpolation section 72 and output image buffer 36a is further inputted into this addition average section 74, and the output of this addition average section 74 is inputted into these linear interpolation section 72 and output image buffer 36a. Output image buffer 36a holds 3 color images of the same number of pixels as the image in the input image buffer 18, and also is attached to each pixel and holds a counter. This counter is formed in order to hold the count by which writing was performed in each pixel location of a buffer. With the gestalt of this operation, the estimate of two or more chrominance signals which corresponded during processing in each pixel location of the input image buffer 18 is calculated, they are integrated to output image buffer 36a, and processing in which an addition value is finally equalized in the addition average section 74, and the estimate of a final chrominance signal is obtained is performed. It writes in this processing and a count is needed.

[0062] In addition, the output of output image buffer 36a is drawn in the exterior of the body 12 of a processor concerned, like the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned, arranges the compression processing section which performs picture compression processing of JPEG etc., and storages, such as a memory card, on the exterior of the body 12 of a processor concerned, and compresses and saves outside the color digital image outputted from above-mentioned output image buffer 36a. Moreover, like the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned, as a broken line shows, an electronic camera 10, the body 12 of a processor, and the compression processing section which is not illustrated and a storage may be united with one case at drawing 6, and of course, you may constitute as electronic camera equipment.

[0063] Next, the actuation in a configuration as shown in drawing 6 is explained.

[0064] If an image pick-up is performed by the electronic camera 10, the signal from the veneer primary color CCD 14 will be digitized through A/D converter 16, and will be transmitted to the input image buffer 18 of a body 12 as a digital veneer image. To the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system having three kinds of chrominance-signal values, R, G, and B, in each pixel, according to color filter arrangement of the veneer primary color CCD 14, only one kind of chrominance-signal value had this digital veneer image in each pixel, but two kinds of other chrominance-signal values are missing. So, within a body 12, the chrominance-signal value which is missing by each pixel of a digital veneer image is presumed, and processing which restores the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system is performed. this restoration processing -- the digital veneer image in the input image buffer 18 --

receiving -- the following processings -- \*\*\*\*\* -- it is attained by things.

[0065] After a transfer of the image from an electronic camera 10 to a body 12 is completed, first, the reference image count section 58 covers a 3x3-pixel low pass filter with the multiplier of a formula (8) shown in the digital veneer image in the input image buffer 18 below, and writes a result in the reference image buffer 60 as a reference image.

[0066]

0.0625 0.125 0.0625 0.125 0.25 0.125 -- (8)

0.0625 0.125 The image calculated with the direct low pass filter from 0.0625, thus a veneer image is reflecting the low-pass component of brightness component  $0.25R+0.5G+0.25B$  of the original RGB image corresponding to a veneer image.

[0067] Next, the pixel value and counter of each pixel in output image buffer 36a are initialized by "0", and the next processing is performed to the rectangle field of all 5x5-pixel sizes contained in the digital veneer image in the input image buffer 18. The image formed by taking out S chrominance-signal value (any of R, G, and B is S?) in each pixel in a field with an image hereafter will be called S chrominance signal in the field.

[0068] the block extract section 62 -- from the upper left corner of the digital veneer image in the input image buffer 18 -- first -- the right -- subsequently 1 pixel of locations of a rectangle field is shifted at a time downward, and the image in a rectangle field is read one by one. It is read by the block extract section 62 and the image with which processing started is called an attention block. The following processings differ for a while by whether an attention block belongs to the color edge field 44, or it belongs to the material homogeneity field 46, and drawing 7 shows the processing to the color edge field 44, and processing of as opposed to the material homogeneity field 46 in drawing 8.

[0069] Hereafter, explanation of processing is mainly given based on drawing 7. The attention block 76 is first transmitted to the block division section 64. The block division section 64 reads the part reference image 78 corresponding to the rectangle field of an attention block from the reference image in the reference image buffer 60, and calculates Maximum RefMAX and the minimum value RefMIN in the part reference image 78. And the binarization image 80 which has a pixel value "1" or "0" by making  $(\text{RefMAX}+\text{RefMIN})/2$  into a threshold from the part reference image 78 is generated. Next, block A corresponding to the field which divides the attention block 76 into two and has a pixel value "1" on the binarization image 80 Block B corresponding to 82 and the field which has a pixel value "0" on a binarization image 84 is generated. And block A 82 and block B 84 is written in the block buffer 66.

[0070] As mentioned above, the part reference image 78 which are some reference images is equivalent to the brightness component of a original RGB image. Therefore, the edge structure of a original RGB image is reflected in the binarization image 80 of the part reference image 78, and it is Block A. 82 Block B 84 corresponds to the field of right and left of an edge. In the color edge field 44 shown in drawing 4 used in explanation of the gestalt of the 1st operation, right and left of an edge are the material homogeneity field 46, and correspond to the straight-line part contained in the chrominance signal 38 of a original RGB image. Therefore, it is Block A, even when the attention block belongs to the color edge field 44 and the hue Seki parameter within a block cannot presume correctly. 82 Block B Within 84, the probability for hue Seki to be able to approximate in a straight line, and for a hue Seki parameter to be called for correctly is high.

[0071] When two images are written in the block buffer 66, average / distribution evaluation section 24a reads the arrangement information on the color filter memorized by the filter arrangement maintenance ROM 26, and is Block A. 82 Block B The location where chrominance signals R, G, and B are acquired in 84 each, respectively is pinpointed. and block A 82 and B (B) [ any of R, G, and B, or C -- ] The number N<sub>c</sub> of the chrominance signal C acquired in the interior about 84 each (A) and N<sub>c</sub> (B) and the average A<sub>c</sub> (A) and A<sub>c</sub> (B) and distribution V<sub>c</sub> (A) and V<sub>c</sub> the subscript in which c expresses the class of chrominance signal C with any of r, g, and b they are -- it is -- it calculates. From these values to furthermore, the block A 82 Block B The average A<sub>c</sub> about the attention block 76 whole which compounded 84 (Merge) (M) and distribution V<sub>c</sub> (M) is calculated by the following formula (9).

[0072]

[Equation 5]

$$V_c(M) = \frac{N_c(A) \times V_c(A) + N_c(B) \times V_c(B) + N_c(A) \times N_c(B) \times (A_c(A) - A_c(B))^2}{N_c(A) + N_c(B)}$$

$$A_c(M) = \frac{N_c(A) \times A_c(A) + N_c(B) \times A_c(B)}{N_c(A) + N_c(B)}$$

... (9)

[0073] And these averages and distributions are transmitted to parameter calculation section 28a. Hereafter, the amount is Block A when the alphabetic character in a parenthesis is M. 82 and B When it is shown that it is an amount about the whole attention block with which 84 was compounded and an alphabetic character expresses A thru/or B, it is shown that it is an amount about the block with which the amount

corresponds.

[0074] The average value transmitted in parameter calculation section 28a and the attention block 76 from distribution, block A 82 and block B The hue Seki parameter in 84 is computed. Each block A 82 B In the 84 and attention block 76 whole, the following formula (10) is assumed among chrominance signals S and T like the formula (2) in the gestalt of the 1st operation.

[0075]

$$T = \alpha_{st}(X) \times S + \beta_{st}(X) \times T \quad \cdots (10)$$

And a hue Seki parameter is calculated by the following formula (11) like a formula (5). In addition, in this formula (10) and (11), S differs from T mutually by any of R, G, and B they are. Moreover, s and t are the subscripts corresponding to S and T, respectively, and X is in any of A, B, and M.

[0076]

[Equation 6]

$$\alpha_{st}(X) = \sqrt{\frac{V_t(X)}{V_s(X)}}, \quad \beta_{st}(X) = A_t(X) - \alpha_{st}(X) \times A_s(X) \quad \cdots (11)$$

[0077] And parameter calculation section 28a is Block A. 82 and block B The hue Seki parameter of 84 is compared, and when not exceeding the threshold which has those differences about the combination of all chrominance signals, hue Seki parameter alphast (M) and betast (M) are transmitted to the block restoration section 68. Total  $N_r(X) + N_g(X)$  of the number of the chrominance signal in a block when that is not right  $(X) + N_b(X)$  transmits hue Seki parameter alphast (X) about the block X of more ones (any of A and B is X?), and betast (X) to the block restoration section 68.

[0078] Here, with reference to drawing 7 and drawing 8, the hue Seki parameter transmitted from parameter calculation section 28a is explained. When an attention block belongs to the color edge field 44 like the attention block 76 of drawing 7, the dependability of the hue Seki parameter of the block after division improves by performing block division based on the part reference image 78 which is a brightness component. however, an attention block -- the attention block 86 of drawing 8 -- when it belongs to the material homogeneity field 46 like, the hue Seki parameter to the whole attention block can already compute with high dependability. On the contrary, it is Block A when a block is divided by the part reference image 88. 90 Block B In 92, since there are few pixels, the dependability of a hue Seki parameter falls on the contrary. Then, parameter calculation section 28a compares the hue Seki parameter of the block after division, and when similar, it computes anew the hue Seki parameter about the

whole attention block.

[0079] In the block restoration section 68, the following processings are performed according to the class of transmitted hue Seki parameter alphast and betast. When the transmitted hue Seki parameters are alphast (M) and betast (M), both two blocks are read from the block buffer 66. On the other hand, if a hue Seki parameter is related with block [ which ], the block which corresponds from the block buffer 66 will be read. And the class S of chrominance-signal value which exists in the pixel (any of R, G, and B is S?) is specified about each pixel of the read image from the color filter arrangement information in which it is stored by the filter arrangement maintenance ROM 26. The chrominance-signal value Sp The chrominance-signal value Tp (class in which T differs from S) which is missing from the transmitted hue Seki parameter is calculated from a formula (6) like the gestalt of the 1st operation. And the restoration block of a color with which lack of all the chrominance signals within the block relevant to the transmitted hue Seki parameter is compensated, and 3 chrominance-signal value exists in each pixel is generated. In the case of others, the restoration block 94 with which lack of the chrominance signal of the attention block 86 whole was restored when the transmitted hue Seki parameters were alphast (M) and betast (M) is Block A. 82 Block B The restoration block 96 which receives any of 84 they are will be generated. A restoration block is transmitted to the artifact evaluation section 70, and it is judged whether the artifact is contained in the restoration result.

[0080] In the pixel location where the color filter of a specific class exists, a value which the chrominance-signal value is as large as a surrounding chrominance-signal value, and is different is shown by the artifact generated in the color edge field 44. The artifact evaluation section 70 detects and evaluates as follows this artifact contained in a restoration block.

[0081] Detection is performed about each chrominance signal S (any of R, G, and B is S?). First, they are a chrominance-signal value in the about 3x3 pixels, and the chrominance-signal value Sp of Pixel P about each pixel P of a restoration block. It compares and is the chrominance-signal value Sp. It investigates whether it will become inner max or min soon. Next, when it is max or min, it is the average Ap s of the chrominance signal in about 3x3 pixels. And standard deviation sigmap s (subscript corresponding to S in s) is calculated, and it investigates whether the value of Pixel P satisfies the following formula (12) to the predetermined constant k.

[0082]

$$Sp < Ap - k \cdot \sigma_p \text{ Or } Sp > Ap + k \cdot \sigma_p \quad (12)$$

The pixel with which were satisfied of the formula (12) is judged to be an artifact

generating pixel. When the total of the detected artifact generating pixel is less than the predetermined threshold after investigating all chrominance signals in this way, it judges that the artifact is not contained in a restoration block, and a restoration block is transmitted to the addition average section 74. When that is not right, it considers that the artifact is contained in a restoration block, and a transfer is not performed.

[0083] The addition average section 74 performs the following processings, only when a restoration block is transmitted from the artifact evaluation section 70.

[0084] First, a restoration block is read from the block restoration section 68. And in each pixel P of a restoration block, the chrominance-signal value in the pixel P of the restoration block 96 is added to the addition value of the location corresponding to the pixel P in output image buffer 36a. "1" And increase the counter corresponding to the pixel P in output image buffer 36a.

[0085] After the above processing is performed to the rectangle field of all the 5x5-pixel sizes contained in the digital veneer image in the input image buffer 18, the addition average section 74 reads the addition value and counter of each pixel P in output image buffer 36a, and performs the following processings.

[0086] First, when a counter is "0", the linear interpolation section 72 is told about the location of Pixel P. The linear interpolation section 72 reads the 3x3-pixel field centering on Pixel P from the input image buffer 18, the chrominance signal which exists in Pixel P is used as it is, and a missing chrominance-signal value will be compensated with the average of an inner of the same-kind chrominance-signal value soon, and will generate 3 chrominance-signal value of a pixel. And the 3 chrominance-signal value is transmitted to the addition average section 74. The addition average section 74 writes the transmitted restoration value in output image buffer 36a. When a counter is not "0", the addition average section 74 acquires the average value of two or more restoration values which broke the addition value by the counter and were acquired during processing, and writes this value in output image buffer 36a. Termination of the processing so far obtains the original RGB image with which lack of a chrominance signal was compensated by output image buffer 36a.

[0087] With the gestalt of this operation, it reads the block extract section 62 shifting a rectangle field from the digital veneer image in the input image buffer 18, and as a result of the block division section's 64 dividing a block into the material homogeneity field 46 based on the reference image calculated by the reference image count section 58 from the veneer image, parameter calculation section 28a can compute a reliable hue Seki parameter about the divided block. And the block restoration section 68 restores all the lack chrominance signals of a block based on a hue Seki parameter, and generates a

restoration block. In integrating to output image buffer 36a, the addition average section 74 only the restoration block with which an artifact is not contained based on evaluation of the artifact evaluation section 70 The lack restoration value using the hue Seki parameter about two or more material homogeneity fields 46 which include the pixel in each pixel of output image buffer 36a is acquired. With the lack restoration value which synthesized them and was finally calculated being integrated and equalized, and being outputted to output image buffer 36a The artifact produced in the lack color restoring method based on conventional hue Seki in the neighborhood of the color edge section can be mitigated and removed, and a original RGB image with more high image quality can be obtained to output image buffer 36a. Moreover, since the configuration of the field which computes a hue Seki parameter by performing field division other than the same improvement effectiveness in image quality as the thing in the gestalt of operation of these 1st becomes adjustable, a hue Seki parameter is calculated more correctly and it is effective in being easy to realize improvement in image quality to a complicated scene. Furthermore, it also has the effectiveness that more positive artifact removal can be performed by carrying out the direct valuation of the artifact of a restoration block.

[0088] Moreover, in the gestalt of this operation, various deformation and modification are possible like the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned. All deformation indicated in the gestalt of the 1st operation is possible for the computing method in the color filter array of the magnitude of a block, and the veneer primary color CCD 14 and parameter calculation section 28a which the block extract section 62 extracts. Moreover, before computing a hue Seki parameter in average / distribution evaluation section 24a like the gestalt of the 1st operation, the dependability is predicted, and when unreliable, it can avoid performing processing after it.

[0089] After the reference image count section 58 carries out linear interpolation of the veneer image, the reference image calculated by the reference image count section 58 computes a color difference component, and is [ that what is necessary is just that in which the difference in the pixel value reflects the difference in the hue Seki parameter in a original RGB image ] good also as a reference image. The artifact appraisal method in the artifact evaluation section 70 is also arbitrary if a pixel with a chrominance-signal value which is different specially from a surrounding pixel is detected. For example, an edge detection filter may be covered over a restoration block, and may be judged from the pattern of the output.

[0090] Of course, not only binarization but the various labeling technique can also apply the field split plot experiment in the block division section. If a limit is prepared in field



division so that a hue Seki parameter can presume with high dependability on the divided field, it is much more effective for oppression of a false color.

[0091] [Gestalt of the 3rd operation] drawing 9 is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention was applied. In this drawing, the same reference number as drawing 1 and drawing 6 is given to the same part as the gestalt of the above-mentioned 1st and the 2nd operation.

[0092] This electronic camera system consists of bodies 12 of a processor by which cable splicing was carried out to the electronic camera 10 and this electronic camera 10. It is GCCD which the electronic camera 10 had a 2 plate type image pick-up system in the gestalt of this operation, and arranged G filter on all pixels in the interior. 141 And R/B check CCD which arranged R filter and B filter in checkers for every pixel 142 It is constituted so that it may be inputted into the input image buffer 18 within the body 12 of a processor with which the cable splicing of the output was carried out through A/D converter 16. On the other hand, in the body 12 of a processor, the block extract section 62, the block buffer 66, average / distribution evaluation section 24b, parameter calculation section 28b, parameter evaluation section 32b, block restoration section 68b, the addition average section 74, the linear interpolation section 72, and output image buffer 36a are allotted.

[0093] Here, the output of the input image buffer 18 is inputted into the block extract section 62 and the linear interpolation section 72. The output of the block extract section 62 is inputted into the block buffer 66, and the output of this block buffer 66 is inputted into average / distribution evaluation section 24b, parameter evaluation section 32b, and block restoration section 68b. The output of average / distribution evaluation section 24b is inputted into parameter calculation section 28b, and the output of this parameter calculation section 28b is inputted into parameter evaluation section 32b. The output of parameter evaluation section 32b is inputted into block restoration section 68b, and the output of this block restoration section 68b is inputted into the addition average section 74.

[0094] The output of the linear interpolation section 72 and output image buffer 36a is further inputted into this addition average section 74, and the output of this addition average section 74 is inputted into these linear interpolation section 72 and output image buffer 36a. Output image buffer 36a holds 3 color images of the same number of pixels as the image in the input image buffer 18, and also holds a counter to each pixel. This counter is formed in order to hold the count by which writing was performed in each pixel location of a buffer. With the gestalt of this operation, two or more

chrominance-signal estimate corresponding to each pixel of the input image buffer 18 is calculated during processing, they are integrated to output image buffer 36a, and processing in which final chrominance-signal estimate is obtained by finally an addition value being equalized in the addition average section 74 is performed. It writes in this processing and a count is needed.

[0095] In addition, the output of output image buffer 36a is drawn in the exterior of the body 12 of a processor concerned, like the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned, arranges the compression processing section which performs picture compression processing of JPEG etc., and storages, such as a memory card, on the exterior of the body 12 of a processor concerned, and compresses and saves outside the color digital image outputted from above-mentioned output image buffer 36a. Moreover, like the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned, as a broken line shows, an electronic camera 10, the body 12 of a processor, and the compression processing section which is not illustrated and a storage may be united with one case at drawing 9, and of course, you may constitute as electronic camera equipment.

[0096] Next, the actuation in a configuration as shown in drawing 9 is explained.

[0097] if an image pick-up is performed by the electronic camera 10 -- GCCD 141 And R/B check CCD 142 from -- a signal should pass A/D converter 16 -- it is digitized and is transmitted to the input image buffer 18 of a body 12 as a digital 2 plate image. This digital 2 plate image is the R/B check CCD to each pixel to the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system having three kinds of chrominance-signal values, R, G, and B, in each pixel. 142 Having [ but ] only two kinds of chrominance-signal values of G, R, or G and B according to color filter arrangement, one kind of other chrominance-signal values are missing. So, within a body 12, the chrominance-signal value which is missing by each pixel of the digital image in the input image buffer 18 is presumed, and processing which restores the original RGB image obtained when the same scene is picturized by the 3 plate image pick-up system is performed. this restoration processing -- the digital 2 plate image in the input image buffer 18 -- receiving -- one by one -- the following processings -- \*\*\*\*\* -- it is attained by things.

[0098] That is, after a transfer of the image from an electronic camera 10 to a body 12 is completed, first, the pixel value and counter of each pixel in output image buffer 36a are initialized by "0", and the following processings are performed to the rectangle field of all 5x 5-pixel sizes contained in the digital 2 plate image in the input image buffer 18. The image formed by taking out S chrominance-signal value (any of R, G, and B is S?) in each pixel in a field with an image hereafter will be called S chrominance signal in the

field.

[0099] the block extract section 62 -- from the upper left corner of the digital image in the input image buffer 18 -- first -- the right -- subsequently 1 pixel of locations of a rectangle field is shifted at a time downward, and the image in a rectangle field is read one by one. It is read by the block extract section 62 and the image with which processing started is called an attention block. The read attention block is transmitted to the block buffer 66.

[0100] Then, average / distribution evaluation section 24b is the average  $A_g$  of G chrominance signal which reads an attention block from the block buffer 66, and exists in all pixels. And distribution  $V_g$  It calculates. Next, it is the R/B check CCD about the class (any of R and B are they?) of chrominance-signal value which exists in each pixel of an attention block. 142 It calculates using the regularity of color filter arrangement. And the average  $A_r$  of R chrominance signal within an attention block Distribution  $V_r$  and the average  $A_b$  of B chrominance signal Distribution  $V_b$  It computes. (r, g, and b are the subscripts showing the class of chrominance signal) And the average  $A_c$  And Distribution  $V_c$  (any of r, g, and b is c?) is transmitted to parameter calculation section 28b.

[0101] The average  $A_c$  transmitted in parameter calculation section 28b And distribution  $V_c$  It is based and the following processings are performed. First, distribution  $V_g$  of G chrominance signal In beyond a threshold, as compared with a predetermined threshold, it calculates by the above-mentioned formula (5) which explained hue Seki parameter  $\alpha_{hgr}$ ,  $\beta_{agr}$  and  $\alpha_{hgb}$ , and  $\beta_{agb}$  with the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned. On the other hand, it is  $V_g$ . When it is below a threshold, similarly hue Seki parameter  $\alpha_{hbr}$ ,  $\beta_{abr}$  and  $\alpha_{hbr}$ , and  $\beta_{arbr}$  are calculated by the above-mentioned formula (5). And the calculated hue Seki parameter is transmitted to parameter evaluation section 32b.

[0102] Parameter evaluation section 32b estimates the dependability of the transmitted parameter as follows. First, when the transmitted parameters are  $\alpha_{hgr}$ ,  $\beta_{agr}$  and  $\alpha_{hgb}$ , and  $\beta_{agb}$ , an attention block is read from the block buffer 66. And it sets to each pixel P of an attention block, and is the R/B check CCD. 142 Chrominance signals T other than G which exists in Pixel P using the regularity of color filter arrangement (any of R and B is T?) are specified. The chrominance-signal value  $T_p$  The presumed error of chrominance-signal estimate with the hue Seki parameter from G chrominance-signal value  $G_p$  and hue Seki parameter  $\alpha_{hgt}$ , and  $\beta_{agt}$  (any of r and b is t corresponding to T?), and an actual chrominance-signal value  $e_p = T_p - (\alpha_{hgt} \times G_p + \beta_{agt})$  -- (13)

It calculates. Next, when total of the absolute value of the error in all the pixels within an attention block is calculated and total is not over the predetermined threshold, it judges that the dependability of hue Seki parameter alphagr, betagr and alphagb, and betagb is high, and hue Seki parameter alphagr, betagr and alphagb, and betagb are transmitted to block restoration section 68b.

[0103] Drawing 10 is Error ep to an example about the pixel p from which R chrominance signal is acquired in the color edge field 44. Semantics is illustrated. Since two kinds of chrominance signals are acquired by each pixel in a 2 plate image pick-up system, it is possible to illustrate a hue Seki Fig. partially as shown as a chrominance signal 98 of 2 plate images in drawing 10. Error ep The difference of R chrominance-signal estimate 102 presumed from G chrominance-signal value 100 based on the presumed approximation line 42 with which it is expressed by hue Seki parameter alphagr and betagr, and actual R chrominance-signal value 104 is expressed, and the dependability which approximates hue Seki by the presumed approximation line 42 becomes so large that it is bad.

[0104] When the transmitted hue Seki parameters are alphabr, betabr and alpharb, and betarb on the other hand, When it investigates whether absolute value |betabr| of parameter betabr and absolute value |betarb| of betarb exceed a predetermined threshold and is over neither It judges that the dependability of hue Seki parameter alphabr, betabr and alpharb, and betarb is high, and hue Seki parameter alphabr, betabr and alpharb, and betarb are transmitted to block restoration section 68b.

[0105] Block restoration section 68b is the R/B check CCD about the class T of chrominance signal which reads an attention block from the block buffer 66, and is missing by each pixel p of an attention block when a hue Seki parameter is transmitted from parameter evaluation section 32b (any of R and B is T?). 142 It specifies based on the regularity of a color filter array, and the case where the transmitted parameters are alphagr, betagr and alphagb, and betagb -- G chrominance-signal value Gp of each pixel P within an attention block from -- chrominance-signal value Tp which is missing by each pixel It presumes by the following formulas.

[0106]

$$T_p = \text{alphagtx}G_p + \text{betagt} \quad (14)$$

Moreover, chrominance-signal value Tp which is missing by each pixel from the chrominance-signal value Sp which exists in each pixel P within an attention block in addition to G chrominance signal when hue Seki parameter alphabr from parameter evaluation section 32b, betabr and alpharb, and betarb are transmitted (that S is not [ that ] among [ T ] R and B) It presumes by the following formulas.

[0107]

$$T_p = \alpha \cdot S_p + \beta \cdot S_{avg} \quad (15)$$

And the restoration block has 3 chrominance-signal values in each pixel in any case of whether or not it is generated. In this way, the generated restoration block is transmitted to the addition average section 74. On the other hand, when a hue Seki parameter is not transmitted from parameter evaluation section 32b, neither generation of a restoration block nor a transfer is performed.

[0108] The addition average section 74 adds the chrominance-signal value in the pixel P of a restoration block to the addition value of the location corresponding to the pixel P in output image buffer 36a to each pixel P of a restoration block, only when a restoration block is transmitted from block restoration section 68b. "1" And increase the counter corresponding to the pixel P in output image buffer 36a.

[0109] After the above processing is performed to the rectangle field of all the 5x5-pixel sizes contained in the digital 2 plate image in the input image buffer 18, the addition average section 74 reads the addition value and counter of each pixel P in output image buffer 36a, and performs the following processings.

[0110] First, when a counter is "0", the linear interpolation section 72 is told about the location of Pixel P. The linear interpolation section 72 reads the 3x3-pixel field centering on Pixel P from the input image buffer 18, the chrominance-signal value which exists in Pixel P is used as it is, and a missing chrominance-signal value will be compensated with the average of an inner chrominance-signal value of the same kind soon, and will generate 3 chrominance-signal values of a pixel. And the 3 chrominance-signal values are transmitted to the addition average section 74. The addition average section 74 writes the transmitted restoration value in output image buffer 36a. When a counter is not "0", the addition average section 74 acquires the average value of two or more restoration values which broke the addition value by the counter and were acquired during processing, and writes this value in output image buffer 36a.

[0111] Termination of the processing so far obtains the original RGB image with which lack of a chrominance signal was compensated by output image buffer 36a.

[0112] As mentioned above, with the gist of this operation, it reads the block extract section 62 shifting a rectangle field from the digital 2 plate image in the input image buffer 18, and parameter calculation section 28b computes a hue Seki parameter. Next, parameter evaluation section 32b judges the dependability of a hue Seki parameter by calculating the restoration error of a chrominance signal from two kinds of chrominance-signal values which exist in each pixel of 2 plate images, and transmits only a reliable parameter to block restoration section 68b. And block restoration section

68b restores all the lack chrominance signals of a block based on a hue Seki parameter, a restoration block is generated, and the addition value of two or more lack restoration values calculated only based on the reliable hue Seki parameter in each pixel of output image buffer 36a in the addition average section 74 integrating a restoration block to output image buffer 36a is acquired. With finally those average values being outputted to output image buffer 36a, the artifact produced as well as the gestalt of the 1st operation of the above-mentioned in the neighborhood of the color edge section can obtain few high original RGB images of image quality to output image buffer 36a. With the gestalt of this operation, it is possible to suppress generating of an artifact still more effectively than the case in the gestalt of the 1st operation by evaluating the dependability of a hue Seki parameter certainly using input images being 2 plate images. Moreover, by changing which [ of two kinds of chrominance signals acquired by each pixel according to local distribution of G chrominance signal ] is used for lack color restoration, also when G signal tends to be small influenced of a noise by the restoration only from G signal, a good restoration result can be maintained.

[0113] In addition, in the gestalt of this operation, various deformation and modification are possible like the gestalt of the 1st operation. Magnitude of the block extracted by the block extract section 62, R/B check CCD 142 All deformation indicated in the gestalt of the 1st operation is possible for a color filter array or the computing method in parameter calculation section 28b.

[0114] For example, it is possible for it to predict the dependability of a hue Seki parameter based on the value of an average and distribution in average / distribution evaluation section 24b, and for it to be made not to perform processing after it as well as the gestalt of the 1st operation, when unreliable. Moreover, in the case of a 2 plate image pick-up system, since it is possible to constitute the hue Seki Fig. within an attention block, various approaches can be considered also to the calculus of the dependability of a hue Seki parameter. For example, it applies from the case where applied two straight lines to the hue Seki Fig., and a single straight line is applied, and when there are few errors, it can also be judged that the dependability of a hue Seki parameter is low. Furthermore, it also becomes easy to perform field division like the gestalt of the 2nd operation, and to raise the dependability of a parameter. In this case, average / distribution evaluation section 24b is a hue Seki Fig. to Hough. What is necessary is to extract a straight line using the straight-line extract technique, such as conversion, and just to let the fields corresponding to a good, most applied bay be the following processing objects. It is the presumed error  $ep$  computed in each pixel  $P$  within an attention block as a easier field split plot experiment by parameter evaluation

section 32b. An attention block is divided into two regional blocks according to a sign, it returns to the block buffer 66, and what performs parameter calculation by parameter calculation section 28b anew by each regional block, and uses a reliable regional block for future processings is mentioned. Moreover, even when performing field division based on characteristic quantity like the gestalt of the 2nd operation, if G component which exists in all pixels as characteristic quantity is used, more exact lack color restoration will be attained.

[0115] Various deformation is possible also to the addition average section 74 or the approach in block restoration section 68b. From the first, since G chrominance signal is acquired without lack, it is not necessary to perform addition about G chrominance signal. Moreover, although the reliability evaluation of the hue Seki parameter of R and G and the hue Seki parameter of B and G is put in block and performed in parameter evaluation section 32b If error evaluation is carried out separately, respectively and a transfer of the hue Seki parameter to block restoration section 68b is also performed independently, although hue Seki of R and G can approximate in a straight line, lack restoration of B chrominance signal will be attained also in the case of being unable to approximate hue Seki of B and G.

[0116] Although this invention was explained based on the gestalt of operation above, this invention is not limited to the gestalt of operation mentioned above, and deformation and application various by within the limits of the summary of this invention are possible for it. Here, it is as follows when the summary of this invention is summarized.

[0117] (1) Input the digital image which was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system and which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel. In the image processing system which presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, The dependability of each hue Seki parameter presumed by the above-mentioned hue Seki parameter estimation means is evaluated based on the chrominance-signal value on the image field corresponding to the hue Seki parameter and its hue Seki parameter. A parameter selection means to select only a reliable hue Seki parameter, As opposed to each pixel of the digital image which lacks

the above-mentioned chrominance-signal value. The image processing system characterized by providing a restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on the chrominance-signal value which exists in the pixel, and the thing in which the image field which corresponds among the hue Seki parameters selected by the above-mentioned hue Seki parameter selection means includes the pixel. [0118] Two, the gestalt of the 1st operation and the gestalt of the 3rd operation shown in a list at drawing 9 and drawing 10 this configuration is indicated to be to drawing 1 thru/or drawing 5, correspond. That is, a field extract means corresponds to the field extract section 20 with the gestalt of the 1st operation, and corresponds to the block extract section 62 with the gestalt of the 3rd operation. A hue Seki parameter estimation means corresponds to average / distribution evaluation sections 24 and 24b and the parameter calculation sections 28 and 28b. A parameter selection means corresponds to the parameter evaluation sections 32 and 32b. A restoration means corresponds to the pixel restoration section 34 with the gestalt of the 1st operation, and corresponds to block restoration section 68b and the addition average section 74 with the gestalt of the 3rd operation.

[0119] According to the above configurations, a field extract means extracts two or more image fields per each pixel of an input image, and a hue Seki parameter estimation means presumes and parameterizes hue Seki on an image field to each extracted image field. And a parameter selection means evaluates the dependability of each parameter presumed by the hue Seki parameter estimation means, and sends only a reliable parameter to a restoration means. With a restoration means, the chrominance-signal value of the pixel is restored in each pixel of an input image based on the thing relevant to the pixel among the sent parameters.

[0120] Therefore, since two or more image fields are taken to each pixel of an input image and only what has high dependability is selected among the hue Seki parameters on each image field, the artifact produced by using an unreliable parameter can be controlled. Moreover, since restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel is performed from two or more hue Seki parameters in relation to the pixel, restoration strong against a noise is attained.

[0121] (2) Input the digital image which was obtained by the veneer image pick-up system or the 2 plate image pick-up system and which lacks one or more kinds of chrominance-signal values about each pixel. In the image processing system which presumes the lack chrominance-signal value of each pixel, and outputs a color digital image. A field extract means to extract the image field in which plurality is different from each other per each pixel from the digital image which lacks the above-mentioned



chrominance-signal value, A hue Seki parameter estimation means to presume the hue Seki parameter showing hue Seki on the image field based on the chrominance-signal value which exists on the image field to each image field extracted by the above-mentioned field extract means, A field restoration means to restore the lack chrominance-signal value on each image field from the hue Seki parameter corresponding to the image field, and the chrominance-signal value which exists in each pixel, and to generate a restoration image field, A restoration field selection means to select the restoration image field which evaluated the dependability of a restoration result based on the chrominance-signal value on the restoration image field, and was estimated to be reliable to each restoration image field generated by the above-mentioned field restoration means, The image processing system characterized by providing a pixel restoration means to restore the lack chrominance-signal value of the pixel based on what contains the pixel among the restoration image fields selected by the above-mentioned restoration field selection means, to each pixel of the digital image which lacks the above-mentioned chrominance-signal value.

[0122] The gestalt of the 2nd operation this configuration is indicated to be to drawing 6 thru/or drawing 8 corresponds. That is, a field extract means corresponds to the reference image count section 58, the reference image buffer 60, the block extract section 62, and the block division section 64. A hue Seki parameter estimation means corresponds to average / distribution evaluation section 24a and parameter calculation section 28a. A field restoration means corresponds to the block restoration section 68, and a restoration field selection means corresponds to the artifact evaluation section 70. And a pixel restoration means corresponds to the addition average section 74.

[0123] According to the above configurations, a field extract means extracts two or more image fields per each pixel of an input image, and a hue Seki parameter estimation means presumes and parameterizes hue Seki on an image field to each extracted image field. And the lack chrominance-signal value in each pixel on the image field where a field restoration means corresponds per [ which was presumed ] each parameter is restored, and the restoration image field of a color is generated. This processing is performed based on each hue Seki parameter and the chrominance-signal value which already exists on a corresponding image field. If lessons is taken from each hue Seki parameter and a restoration image field is generated in this way, a restoration field selection means will select only the restoration image field which evaluated the dependability of a restoration result based on the chrominance-signal value on each restoration image field, and was estimated to be reliable. With a pixel restoration means, the chrominance-signal value of the pixel is restored in each pixel of an input

image based on what includes the pixel among the restoration image fields selected by the restoration field selection means.

[0124] Therefore, two or more image fields are taken to each pixel of an input image, and the lack chrominance-signal value on each image field is restored based on the hue Seki parameter on the image field. Since only the restoration result judged to be reliable is selected and it is used for restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel, the artifact produced by using an unreliable restoration result can be controlled. Moreover, since restoration of the lack chrominance-signal value of each pixel is performed based on two or more restoration results in relation to the pixel, restoration strong against a noise is attained. Furthermore, since the restoration result of each image field is used for the judgment of the dependability of direct restoration, processing with more certainly efficient evaluation of dependability is attained.

[0125] (3) A characteristic quantity calculation means by which the above-mentioned field extract means calculates the predetermined characteristic quantity relevant to a hue Seki parameter based on the chrominance-signal value which exists near the pixel in each pixel of the above-mentioned digital image, An image processing system the above (1) characterized by having a division means to divide into two or more image fields near each pixel of the above-mentioned digital image based on the characteristic quantity computed by the above-mentioned characteristic quantity calculation means, and extracting each divided image field, or given in (2).

[0126] This configuration corresponds to the gestalt of the 1st operation and the gestalt of the 2nd operation which is shown in a list at drawing 9 and drawing 10 and which is shown mainly in drawing 6 thru/or drawing 8 although it corresponds also to the gestalt of the 3rd operation shown in drawing 1 thru/or drawing 5 . That is, in the gestalt of the 2nd operation, a field extract means corresponds to the reference image count section 58, the reference image buffer 60, the block extract section 62, and the block division section 64, an after characteristic quantity calculation means corresponds to the reference image count section 58 so, and a division means corresponds to the block division section 64. In the 1st gestalt, each of field extract means, characteristic quantity calculation means, and division means corresponds to the field extract section 20. In the 3rd gestalt, each of field extract means, characteristic quantity calculation means, and division means corresponds to the block extract section 62.

[0127] According to the above configurations, in a field extract means, a characteristic quantity calculation means calculates the characteristic quantity relevant to the hue Seki parameter which expresses hue Seki in the pixel with each pixel of an input image. And a division means carries out field division of near which is each pixel based on

characteristic quantity, and each subregion after division is extracted as an image field relevant to the pixel.

[0128] Therefore, on the occasion of the extract of an image field, the deep characteristic quantity of relation is computed in the hue Seki parameter near [ each ] the pixel from an input image, since the image field extracted based on the characteristic quantity is determined, the hue Seki parameter on each extracted image field becomes what has high dependability beforehand, and generating of an artifact can be suppressed more certainly.

[0129] That is, the restoration approach of the lack chrominance-signal value which can generate a high-definition image that it is hard to produce an artifact by all the parts of an image can offer by taking out positively only the high field of possibility that the assumption prepared about hue Seki with the above-mentioned configuration using the description calculable from input images, such as brightness, will be materialized, and restoring a lack chrominance-signal value using the information on the field.

[0130] (4) The above-mentioned hue Seki parameter-estimation means is an image processing system given in the above (1) thru/or any of (3) they are. [ which is characterized by to presume a hue Seki parameter only when it has a dependability prediction means predict the dependability of the hue Seki parameter based on the chrominance-signal value which exists on the image field corresponding to the hue Seki parameter, in advance of presumption of a hue Seki parameter and it is judged that the dependability is high ]

[0131] This configuration corresponds to the gestalt of the 2nd operation and the gestalt of the 1st operation which is shown in a list at drawing 9 and drawing 10 and which is shown mainly in drawing 1 thru/or drawing 5 although it corresponds also to the gestalt of the 3rd operation shown in drawing 6 thru/or drawing 8 . Namely, as for a dependability prediction means, average / distribution evaluation section 24 corresponds.

[0132] According to the above configurations, in the parameter estimation in a hue Seki parameter estimation means, when a dependability prediction means predicts the dependability of a hue Seki parameter from the chrominance-signal value on the target image field and is predicted to be unreliable, it is made not to compute a hue Seki parameter. It presumes, when it is predicted that it is high.

[0133] Therefore, since calculation of a clearly unreliable hue Seki parameter can be prevented, generating of an artifact is suppressed more certainly and processing speed's improves.

[0134] (5) The above-mentioned characteristic quantity calculation means is an image

processing system given in the above (3) characterized by calculating the average brightness value or average hue in near of each pixel of the above-mentioned digital image, and considering as characteristic quantity.

[0135] The gestalt of the 2nd operation this configuration is indicated to be to drawing 6 thru/or drawing 8 corresponds. That is, a characteristic quantity calculation means corresponds to the reference image count section 58.

[0136] According to the above configurations, a characteristic quantity calculation means calculates the average brightness value or average hue in near of each pixel as characteristic quantity relevant to the hue Seki parameter which expresses hue Seki in the pixel with each pixel of an input image.

[0137] Therefore, the dependability of the hue Seki parameter to each field divided by the division means improves by being able to calculate stably near each pixel and using the brightness value whose effect of moire is a small amount. Moreover, the dependability of the hue Seki parameter to each field to which a brightness value is similarly divided by the division means by changing to a brightness value in the edge section from which only the color is equally different, and making a hue into characteristic quantity improves.

[0138] That is, the restoration approach of the lack chrominance-signal value which can generate a high-definition image that it is hard to produce an artifact by all the parts of an image can offer by taking out positively only the high field of possibility that the assumption prepared about hue Seki with the above-mentioned configuration using the description calculable from input images, such as brightness, will be materialized, and restoring a lack chrominance-signal value using the information on the field.

[0139] The above-mentioned digital image is obtained by the 2 plate image pick-up system. (6) The above-mentioned parameter selection means The hue Seki parameter presumed by the above-mentioned hue Seki parameter estimation means is used. The presumed error of the estimate at the time of presuming another side from one side of two sorts of chrominance-signal values which already exist by each pixel on the image field corresponding to the hue Seki parameter, and an actual chrominance-signal value is computed. An image processing system given in the above (1) characterized by evaluating the dependability of the hue Seki parameter based on a presumed error.

[0140] The gestalt of the 3rd operation this configuration is indicated to be to drawing 9 and 10 corresponds.

[0141] When the image obtained by the 2 plate image pick-up system is inputted according to the above configurations, two kinds of chrominance-signal values are acquired by each pixel of an input image. A parameter selection means calculates the

estimate of the chrominance-signal value which exists in each pixel of the image field which corresponds using the hue Seki parameter first in evaluation of the dependability of a hue Seki parameter. The chrominance-signal value of another side is presumed from one chrominance-signal value among two kinds of chrominance-signal values which exist in each pixel in that case. And the error of the estimate of each pixel and the chrominance-signal value of the same kind which already existed in the pixel is calculated.

[0142] And the dependability of that hue Seki parameter is evaluated based on this error, and it is judged that it is unreliable, so that an error is large.

[0143] That is, unlike the image obtained by the veneer image pick-up system, two kinds of chrominance-signal values exist in the image obtained by the 2 plate image pick-up system by each pixel. Therefore, a parameter selection means can dare presume the chrominance-signal value which already exists using a hue Seki parameter by each pixel, and can investigate the error of a presumed result. Consequently, reliability evaluation of a hue Seki parameter can be performed certainly.

[0144] (7) The above-mentioned parameter selection means is an image processing system given in the above (1) characterized by evaluating the dependability of the hue Seki parameter based on whether the value of the above-mentioned hue Seki parameter is included in the predetermined range.

[0145] Two, the gestalt of the 1st operation and the gestalt of the 3rd operation shown in a list at drawing 9 and drawing 10 this configuration is indicated to be to drawing 1 thru/or drawing 5, correspond. That is, a parameter selection means corresponds to the parameter evaluation sections 32 and 32b.

[0146] According to the above configurations, a parameter selection means estimates evaluation of the dependability of a hue Seki parameter from the value of a parameter itself. The range of the value of a parameter investigates the inclination of the value of a hue Seki parameter in case the dependability of a hue Seki parameter becomes low beforehand, and is set as the range in which a hue Seki parameter is experientially judged to be reliable enough. If a parameter selection means investigates whether the value of a hue Seki parameter is contained in this range and is not contained in it, it judges that it is unreliable and that it is reliable if it enters.

[0147] Therefore, since other data are not needed for evaluation of the dependability of a hue Seki parameter, it can carry out at high speed [ reliability evaluation ] and simple.

[0148] (8) The above-mentioned restoration field selection means is an image processing system given in the above (2) characterized by detecting a pixel with a chrominance-signal value which is greatly different from the chrominance-signal value

of all nearby pixels from the above-mentioned restoration image field, and judging the dependability of the restoration image field based on a detection result.

[0149] The gestalt of the 2nd operation this configuration is indicated to be to drawing 6 thru/or drawing 8 corresponds. That is, a restoration field selection means corresponds to the artifact evaluation section 70.

[0150] Here, in the restoration image field restored by the field restoration means, when the dependability of a restoration result is scarce, a specific artifact appears. This artifact has the description of taking the value in which that chrominance-signal value was widely different from any chrominance-signal value of a surrounding pixel, in a specific pixel. A restoration field selection means detects such a pixel from a restoration image field, and judges the dependability of a hue Seki parameter according to a detection result.

[0151] Therefore, the dependability of a restoration result can be certainly evaluated by detecting the description of an artifact clearly from a restoration image.

[0152] (9) The above-mentioned hue Seki parameter estimation means is an image processing system given in the above (1) thru/or any of (8) they are. [ which is characterized by for above-mentioned hue Seki assuming that formula  $T = \alpha S + \beta$  is satisfied to two sorts of chrominance-signal values S and T, and setting Parameters alpha and beta as the hue Seki parameter about S and T ]

[0153] Three of the gestalten of the 2nd operation and the gestalten of the 3rd operation shown in a list at drawing 9 and drawing 10 this configuration is indicated to be to drawing 1 thru/or drawing 5 and which are shown in the gestalt, drawing 6 , or drawing 8 of the 1st operation correspond.

[0154] According to the above configurations, a hue Seki parameter estimation means assumes that hue Seki to two sorts of chrominance-signal values S and T of arbitration satisfies formula  $T = \alpha S + \beta$ , and Parameters alpha and beta are presumed as a hue Seki parameter about S and T.

[0155] Therefore, when the image field extracted by the field extract means is sufficiently local, hue Seki in case [ complicated ] the body in which the image inputted has two or more light sources and a specular reflection property is included can also be expressed by using the linear expression which has two parameters as a formula expressing hue Seki. Consequently, the range of the field which the dependability of a hue Seki parameter falls and an artifact generates can be made small.

[0156] Namely, by carrying out the parameter expression of that which is flexible as hue Seki of the partial field of an image with the above-mentioned configuration, and taking the count approach which restores a lack chrominance-signal value using the statistical

property of the partial field of an image Even if it is a complicated thing containing the body in which the image inputted has two or more light sources and various surface reflection properties, the restoration approach of a supply lack chrominance-signal value that an artifact can respond also to various image pick-up methods or mosaic color filter arrangement few can be offered.

[0157] (10) The above-mentioned hue Seki parameter estimation means is an image processing system given in the above (9) characterized by presuming the above-mentioned hue Seki parameter based on the statistic especially the average, distribution or the maximum, and the minimum value of the chrominance-signal value which exists on the image field corresponding to the hue Seki parameter.

[0158] Three of the gestalten of the 2nd operation and the gestalten of the 3rd operation shown in a list at drawing 9 and drawing 10 this configuration is indicated to be to drawing 1 thru/or drawing 5 and which are shown in the gestalt, drawing 6 , or drawing 8 of the 1st operation correspond.

[0159] According to the above configurations, a hue Seki parameter estimation means divides the chrominance-signal value on the image field which presumes a parameter according to a class, and calculates the average, the distribution or the maximum, and the minimum value for every various kinds. Next, the square root of distribution or the difference of maximum and the minimum value is calculated for every various kinds, and the magnitude of fluctuation of a chrominance-signal value is estimated to be it. And alpha of the hue Seki parameters is computed from the ratio of the magnitude of fluctuation, and it considers as estimate. Next, beta of the hue Seki parameters is computed from the mean value of computed alpha, the average or maximum, and the minimum value, and it considers as estimate.

[0160] Therefore, by presuming a hue Seki parameter by the statistic about a chrominance-signal value especially the average, the distribution and maximum, and the minimum value on a corresponding image field, it becomes unnecessary to limit color filter arrangement of the image pick-up system used for obtaining an input image, and a hue Seki parameter stops being influenced of a noise easily, and the restoration of a lack chrominance-signal value strong against a noise of it is attained.

[0161]

[Effect of the Invention] The image processing system which can restore the lack chrominance-signal value which can generate a high-definition image that it is hard to produce an artifact by all the parts of an image can be offered by restoring a lack chrominance-signal value only using the information on the field which judged whether it would be materialized in a field with the assumption prepared about hue Seki

according to this invention as explained in full detail above, and was judged that an assumption is materialized.

[0162] Moreover, according to this invention, the image processing system which can restore a lack chrominance-signal value strong against a noise can be offered by processing by synthesizing hue Seki of two or more near related with the pixel of opposite *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. to a certain pixel.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention was applied.

[Drawing 2] It is drawing for explaining a hue Seki property.

[Drawing 3] It is drawing for explaining a hue Seki parameter and its computing method.

[Drawing 4] It is drawing for explaining the dependability of a hue Seki parameter.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the effectiveness of hue Seki parameter selection.

[Drawing 6] It is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention was applied.

[Drawing 7] It is drawing for explaining the processing in a color edge field.

[Drawing 8] It is drawing for explaining the processing in a material homogeneity field.

[Drawing 9] It is drawing showing the electronic camera structure of a system to which the image processing system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention was applied.

[Drawing 10] It is drawing for explaining the reliability evaluation of a hue Seki parameter.

[Description of Notations]

10 Electronic Camera

12 Body of Processor

14 Veneer Primary Color CCD



141 GCCD  
142 R/B Check CCD  
16 A/D Converter  
18 Input Image Buffer  
20 Field Extract Section  
22 Field Buffer  
24, 24a, 24b Average / distribution evaluation section  
26 Filter Arrangement Maintenance ROM  
28, 28a, 28b Parameter calculation section  
30 Parameter Buffer  
32 32b Parameter evaluation section  
34 Pixel Restoration Section  
36 36a Output image buffer  
58 Reference Image Count Section  
60 Reference Image Buffer  
62 Block Extract Section  
64 Block Division Section  
66 Block Buffer  
68 68b Block restoration section  
70 Artifact Evaluation Section  
72 Linear Interpolation Section  
74 Addition Average Section

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-215512

(43)公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 N 9/07

識別記号

F I

H 0 4 N 9/07

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平10-15325

(22)出願日 平成10年(1998) 1月28日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号

(72)発明者 月岡 健人

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 鶴岡 建夫

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

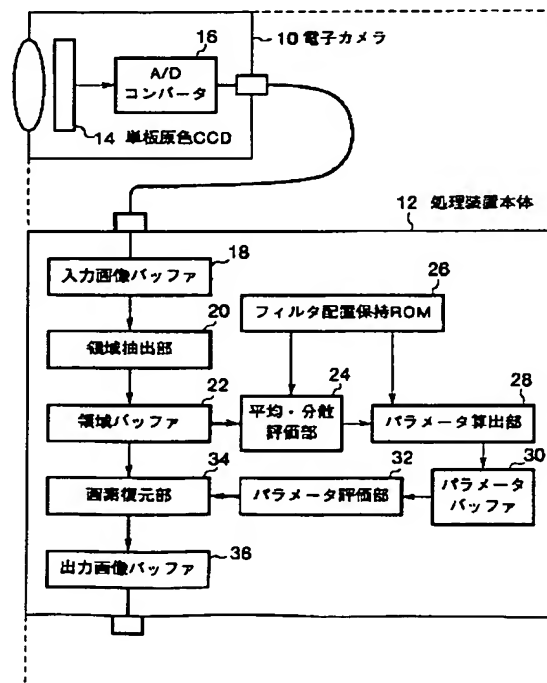
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【課題】画像の全ての部位でアーティファクトが生じにくく且つ高品位の画像を生成できる欠落色信号値の復元が可能な画像処理装置を提供すること。

【解決手段】領域抽出部20が入力画像の各画素につき複数の画像領域を抽出し、抽出された個々の画像領域に対し、画像領域上の色相関を平均・分散評価部24及びパラメータ算出部28が推定してパラメータ化する。そして、パラメータ評価部32が上記平均・分散評価部24及びパラメータ算出部28により推定された個々のパラメータの信頼性を評価し、信頼性の高いパラメータだけを画素復元部34に送る。画素復元部34では、入力画像の各画素において、送られてきたパラメータのうちその画素に関連するものに基づいてその画素の色信号値を復元する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単板撮像素子または二板撮像素子により得られた、各画素について 1 種類以上の色信号値が欠落しているデジタル画像を入力し、各画素の欠落色信号値を推定してカラーデジタル画像を出力する画像処理装置において、

上記色信号値が欠落しているデジタル画像から各画素につき複数の相異なる画像領域を抽出する領域抽出手段と、

上記領域抽出手段により抽出された個々の画像領域に対し、その画像領域上の色相関を表す色相関パラメータを、その画像領域上に存在する色信号値に基づいて推定する色相関パラメータ推定手段と、

上記色相関パラメータ推定手段により推定された個々の色相関パラメータの信頼性をその色相関パラメータ及びその色相関パラメータに対応する画像領域上の色信号値に基づいて評価し、信頼性の高い色相関パラメータだけを選抜するパラメータ選抜手段と、

上記色信号値が欠落しているデジタル画像の各画素に対し、その画素に存在する色信号値と上記色相関パラメータ選抜手段により選抜された色相関パラメータのうち対応する画像領域がその画素を包含するものに基づいてその画素の欠落色信号値を復元する復元手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 単板撮像素子または二板撮像素子により得られた、各画素について 1 種類以上の色信号値が欠落しているデジタル画像を入力し、各画素の欠落色信号値を推定してカラーデジタル画像を出力する画像処理装置において、

上記色信号値が欠落しているデジタル画像から各画素につき複数の相異なる画像領域を抽出する領域抽出手段と、

上記領域抽出手段により抽出された個々の画像領域に対し、その画像領域上の色相関を表す色相関パラメータを、その画像領域上に存在する色信号値に基づいて推定する色相関パラメータ推定手段と、

各画像領域上の欠落色信号値をその画像領域に対応する色相関パラメータと各画素に存在する色信号値とから復元して復元画像領域を生成する領域復元手段と、

上記領域復元手段により生成された個々の復元画像領域に対し、その復元画像領域上の色信号値に基づいて復元結果の信頼性を評価し、信頼性が高いと評価された復元画像領域を選抜する復元領域選抜手段と、

上記色信号値が欠落しているデジタル画像の各画素に対し、上記復元領域選抜手段により選抜された復元画像領域のうちその画素を含むものに基づいてその画素の欠落色信号値を復元する画素復元手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 上記領域抽出手段は、

上記デジタル画像の各画素において色相関パラメータ

に関連する所定の特徴量をその画素の近傍に存在する色信号値に基づいて計算する特徴量算出手段と、

上記特徴量算出手段により算出された特徴量に基づいて上記デジタル画像の各画素の近傍を複数の画像領域に分割する分割手段とを有し、分割された各画像領域を抽出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、各画素の色が複数種の色信号値により表現されるカラーデジタル画像を出力する画像処理装置に係り、特に、単板撮像素子又は二板撮像素子により得られたために各画素について 1 種類以上の色信号値が欠落しているデジタル画像を入力し、各画素における欠落色信号値が補われたカラーデジタル画像を出力する画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 色フィルタをモザイク状に受光面に配した撮像素子を用いる単板撮像素子や、一枚は G (緑) フィルタのみ、もう一枚は R (赤) と B (青) のモザイクフィルタを配した 2 枚の CCD で撮像を行う二板撮像素子は、分光系と 3 枚の撮像素子を用いる三板撮像素子に対し安価に構成できるという利点をもつ。ただし、これらの撮像素子では、得られた画像の各画素において色信号値が少なくとも一つ以上欠落するため、その色信号値を推定して補う補間処理が必要となる。

【0003】 この補間処理として、ある画素の欠落する色信号値をその周囲の欠落していない同種の色信号値の平均値で補う単純線形補間処理が従来広く行われてきた。しかし、その処理結果には、色フィルタ配置に応じた偽色、エッジ部の凹凸や色付きなど、画質を劣化させる現象が生じる。そのため、これらの現象の発生を抑えて画質を向上させる新たな欠落色信号値の復元手法が提案されている。なかでも、カラー画像の局所領域における色信号値間の関係、いわゆる色相関を利用して欠落色信号値を補う方法が画質向上効果が高い。

【0004】 例えばその第一の例として、特開平 4-502096 号公報では、輝度信号が高サンプリング密度で、他の色信号が相対的に低サンプリング密度で得られている画像信号において、低サンプリング密度の色信号に対する補間法を開示している。この方法では、低サンプリング密度の色信号は高サンプリング密度の輝度信号を用いて算出される。このため、低サンプリング密度の信号 S2 のサンプリング位置には必ず高サンプリング密度の信号 S1 の標本値が存在すると仮定する。信号 S2 のサンプリング位置における S1 の標本値の間の差を所定の閾値と比較し、閾値を下回る場合は信号 S2 の標本値のみを用いた単純線形補間処理を行う。閾値を上回る場合は信号 S2 のサンプリング位置間にエッジがあると判断し、S1 と S2 が  $S2 = a * S1 + b$  なる線形な関



【0015】即ち、本発明の画像処理装置によれば、領域抽出手段が入力画像の各画素につき複数の画像領域を抽出し、抽出された個々の画像領域に対し、画像領域上の色相関を色相関パラメータ推定手段が推定してパラメータ化する。そして、推定された個々のパラメータにつき領域復元手段が対応する画像領域上の各画素における欠落色信号値を復元し、カラーの復元画像領域を生成する。この処理は各色相関パラメータと対応する画像領域上に既に存在する色信号値とに基づいて行われる。各色相関パラメータにつきこうして復元画像領域が生成されると、復元領域選抜手段は各復元画像領域上の色信号値に基づいて復元結果の信頼性を評価し、信頼性が高いと評価された復元画像領域のみを選抜する。画素復元手段では、入力画像の各画素において、復元領域選抜手段により選抜された復元画像領域のうちその画素を包含するものに基づいてその画素の色信号値を復元する。

【0016】従って、入力画像の各画素に対して複数の画像領域が採られ、各画像領域上の欠落色信号値がその画像領域上の色相関パラメータに基づいて復元され、信頼性が高いと判断された復元結果だけが選抜されて各画素の欠落色信号値の復元に利用されるため、信頼性の低い復元結果が利用されることにより生じるアーティファクトを抑制することができる。また、各画素の欠落色信号値の復元をその画素に関連する複数の復元結果に基づいて行うため、ノイズに強い復元が可能となる。さらに、各画像領域の復元結果を直接復元の信頼性の判定に用いるため、信頼性の評価がより確実で且つ効率的な処理が可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる画像処理装置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。

【0019】この電子カメラシステムは、電子カメラ10と該電子カメラ10にケーブル接続された処理装置本体12とから構成されている。

【0020】電子カメラ10内には、単板原色CCD14とA/Dコンバータ16が配され、A/Dコンバータ16の出力が、本体12内に構成された入力画像バッファ18に供給されるように接続されている。

【0021】本体12内には、該入力画像バッファ18の他に、領域抽出部20、領域バッファ22、平均・分散評価部24、フィルタ配置保持ROM26、パラメータ算出部28、パラメータバッファ30、パラメータ評価部32、画素復元部34、出力画像バッファ36が配されている。ここで、入力画像バッファ18の出力は領域抽出部20に入力され、該領域抽出部20の出力は領域バッファ22に入力される。領域バッファ22の出力は平均・分散評価部24及び画素復元部34に入力され

る。また、フィルタ配置保持ROM26には単板原色CCD14上のモザイク色の配置情報が記憶されており、このフィルタ配置保持ROM26の出力は、上記平均・分散評価部24とパラメータ算出部28に入力されるようになっている。上記平均・分散評価部24の出力は、上記パラメータ算出部28に入力される。該パラメータ算出部28の出力はパラメータバッファ30に入力され、該パラメータバッファ30の出力はパラメータ評価部32に入力される。該パラメータ評価部32の出力は、上記画素復元部34に出力される。そして、この画素復元部34の出力は出力画像バッファ36に入力され、該出力画像バッファ36の出力が当該処理装置本体12の外部へ導出されるようになっている。

【0022】この処理装置本体12の外部には、例えば、JPEG等の画像圧縮処理を行う圧縮処理部とメモリカード等の記憶媒体とを配し、上記出力画像バッファ36から出力されるカラーデジタル画像を圧縮して保存するのが通常である。

【0023】なお、この電子カメラシステムは、電子カメラ10と処理装置本体12とを別体構成としているが、図1に破線で示すように、電子カメラ10と処理装置本体12、及び図示しない圧縮処理部と記憶媒体を一つの筐体に一体化して、電子カメラ装置として構成しても良いことは勿論である。

【0024】次に、図1に示したような構成における動作を説明する。

【0025】電子カメラ10により撮像が行われると、単板原色CCD14からの信号はA/Dコンバータ16を経てデジタル化され、本体12の入力画像バッファ18にデジタル単板画像として転送される。同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原RGB画像が各画素にR、G、Bの三種類の色信号値を有するのに対し、このデジタル単板画像は、各画素に単板原色CCD14の色フィルタ配置に応じて一種類の色信号値しか持たず、他の2種類の色信号値は欠落している。そこで、本体12内ではデジタル単板画像の各画素で欠落する色信号値を推定し、同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原RGB画像を復元する処理を行う。この復元処理は、入力画像バッファ18内のデジタル単板画像の各画素に対して順次以下の処理が行われることで達成される。

【0026】以下の説明において、現在復元処理の対象となっている画素を注目画素と呼ぶ。また、画像のある領域において各画素におけるS色信号値（SはR、G、Bの何れか）を取り出すことにより形成される画像をその領域内のS色信号と呼ぶことにする。

【0027】まず、領域抽出部20は、注目画素を含む5×5画素の大きさを持つ矩型領域の全てに対して、その領域内の画像を順次入力画像バッファ18から読み出し、読み出した画像を領域バッファ22に書き込む。全

ての矩形領域内の画像の書き込みが終了すると、平均・分散評価部24は、各矩形領域内の画像を領域バッファ22より並列に読み出し、各画像に対して次の処理を並列に行う。

【0028】即ち、平均・分散評価部24は、読み出した矩形領域の位置とフィルタ配置保持ROM26に記憶されている色フィルタの配置情報とから、矩形領域内でR色信号値が得られる画素位置を特定し、それらの画素位置における色信号値の平均値 $A_r$ 、及び分散 $V_r$ を計算する。G、B色信号についても同様に平均値 $A_g$ 、 $A_b$ 、及び分散 $V_g$ 、 $V_b$ を計算する。ここで、 $r$ 、 $g$ 、 $b$ は色信号の種類を表す添字である。そして、分散 $V_c$ （ $c$ は $r$ 、 $g$ 、 $b$ の何れか）からパラメータ算出部28で算出されるパラメータの信頼性を以下に示すような式

【0029】  
 $V_r > Th1$ 、且つ $V_g > Th1$ 、且つ $V_b > Th1$ 、且つ

$$\left( \frac{\min(V_r, V_g)}{\max(V_r, V_g)} > Th2 \text{ 又は } \frac{\min(V_r, V_b)}{\max(V_r, V_b)} > Th2 \text{ 又は } \frac{\min(V_g, V_b)}{\max(V_g, V_b)} > Th2 \right)$$

…(1)

【0030】ここで、 $\max(p, q)$ は $p$ と $q$ の最大値、 $\min(p, q)$ は $p$ と $q$ の最小値を示す。 $Th1$ 、 $Th2$ は適切な閾値である。

【0031】パラメータ算出部28では、計算値 $A_c$ 、 $V_c$ が転送されると、まず、注目画素に存在する色信号値の種類 $S$ （ $S$ は $R$ 、 $G$ 、 $B$ の何れか）を、フィルタ配置保持ROM26に記憶されている色フィルタの配置情報と矩形領域の位置とから特定する。その後、転送され※

$$T = \alpha_{st} \times S + \beta_{st}$$

（ $s$ 、 $t$ は $S$ 、 $T$ に対応した添字で $r$ 、 $g$ 、 $b$ の何れか）

ここで、パラメータ $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$ は色相関パラメータと呼ばれ、平均値 $A_c$ 、及び分散 $V_c$ から計算される。

【0033】ここで、原RGB画像における色相関、及び式(2)の意味について述べる。一般に、支配的な照明光が一つであるような自然な照明環境のもとで拡散反★

$$C_p = \left( \int L(\lambda) \text{Ref}(\lambda) F_c(\lambda) d\lambda \right) \times n(P) + \int A(\lambda) \text{Ref}(\lambda) F_c(\lambda) d\lambda \quad \dots(3)$$

【0034】となる。この式(3)中、 $n(P)$ は照明光の向きと画素 $P$ に対応する物体表面の法線の向きとで決まる量であり、 $A(\lambda)$ は照明光と複数物体の多重反射の結果生じる周辺光の分光特性である。積分は撮像素子★

$$C = \alpha \times C' + \beta$$

という線形な関係式が成り立つことがわかる。

【0035】また、物体が鏡面反射特性と拡散反射特性を合わせ持つ場合は、物体の広い範囲の表面に対応する領域における色信号 $C$ と $C'$ は、図2で示される関係を持つことが知られている。図2は、その領域内の原RGB画像の各画素についてC色信号値を横軸に、 $C'$ 色信号値を縦軸にプロットしたもので、領域内の色信号間の関係が図示されている。以下、このようなグラフを色相関図と呼ぶ。ここで、画素 $P$ のごく小さな近傍における色信号 $C$ 、 $C'$ の関係はこのグラフのごく一部を取り出したものとみなせるが、これは式(4)で十分近似できる。さらに複雑な照明条件と物体の反射特性のもとで

及び分散 $V_g$ 、 $V_b$ を計算する。ここで、 $r$ 、 $g$ 、 $b$ は色信号の種類を表す添字である。そして、分散 $V_c$ （ $c$ は $r$ 、 $g$ 、 $b$ の何れか）からパラメータ算出部28で算出されるパラメータの信頼性を以下に示すような式

(1)により予測する。 $V_c$ が式(1)を満たす場合にだけ、 $A_c$ 、 $V_c$ （ $c$ は $r$ 、 $g$ 、 $b$ の何れか）をパラメータ算出部28に転送する。式(1)とパラメータの信頼性の関係は後述する。

【0029】

【数1】

※た平均値及び分散から、それらが算出された矩形領域内の原RGB画像において色信号 $S$ と他の色信号 $T$ （ $T$ は $R$ 、 $G$ 、 $B$ のうち $S$ でないもの）の間に成り立っているはずの関係を推定する。この関係を以下色信号 $S$ と $T$ の色相関と呼ぶ。推定される色信号 $S$ と $T$ の色相関はパラメータ $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$ を含んだ次の式(2)で表わされる。

【0032】

…(2)

★射特性を持つ物体を撮像した場合、原RGB画像におけるその物体表面に対応する画素 $P$ におけるC色信号値 $C$ （ $C$ は $R$ 、 $G$ 、 $B$ の何れか）は、支配的な照明光の分光特性を $L(\lambda)$ 、物体表面の分光反射率を $\text{Ref}(\lambda)$ 、撮像素子の分光感度特性を $F_c(\lambda)$ （ $c$ は $C$ に対応して $r$ 、 $g$ 、 $b$ の何れか）とすれば、

【数2】

☆子の分光感度が正となる波長の範囲でとる。この式

(3)から、画素 $P$ の近傍における色信号 $C$ と $C'$ （ $C$ 、 $C'$ は $R$ 、 $G$ 、 $B$ の何れか）の間には、 $\alpha$ 、 $\beta$ をパラメータとして、

…(4)

も、単一素材の物体表面に対応するごく小さな画像領域においては、色信号 $C$ 、 $C'$ の関係は式(4)の直線で近似できる。これが、色相関に式(2)を用いる理由である。

【0036】次に、図3を用いて色相関パラメータ $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$ を計算値 $A_c$ 、 $V_c$ から推定する方法について説明する。

【0037】図3中の右方に示す色相関図において、薄い網掛け部分は原RGB画像における色信号38のうち色信号 $S$ と $T$ を図示したもので、本来の2色信号の色相関を示している。しかし、矩形領域内の単板画像の色信号40は、一画素につき一色信号値であるために、図3

の斜線のハッチング部分で表され、上記薄い網掛け部分を各軸に射影したものしか得られない。そこで、本実施の形態では、本来の色相関を近似する推定近似線 4 2 を、図 3 の斜線ハッチング部分から以下のように推定する。

【0038】まず、推定近似線 4 2 の傾きを単板画像の各色信号の変動量の比として推定する。次に、その通過\*

$$\alpha_{st} = \frac{\sqrt{V_t}}{\sqrt{V_s}}, \quad \beta_{st} = A_t - \alpha_{st} \times A_s$$

…(5)

【0040】なおここで、 $A_s$ 、 $V_s$ 、 $A_t$ 、 $V_t$  は、矩形領域内の色信号 S と T の平均と分散である。パラメータ算出部 2 8 は、上記式 (5) に基づいて 4 つの色相関パラメータ  $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$ 、 $\alpha_{st}'$ 、 $\beta_{st}'$  ( $t$ 、 $t'$  は s でない二種類の色信号) を計算し、パラメータセットとしてパラメータバッファ 3 0 に転送する。

【0041】パラメータ算出部 2 8 が転送された全ての  $A_t$ 、 $V_t$  に対する処理を終了すると、パラメータ評価部 3 2 は、パラメータバッファ 3 0 に転送されていたパラメータセットを 1 セットずつ読み出して、その信頼性を評価する。

【0042】ここで、パラメータの信頼性の重要性とその評価法について説明する。上記式 (5) に基づいて算出された色相関パラメータは、矩形領域内での色信号 S と T の色相関に式 (2) が成り立つと仮定して得られる。しかし、異なる色相を持ち、しかも表面の明るさが面の形状等により変化している 2 つの物体表面の境界部では、図 4 中の右方に示す色相関図中の三板画像の色信号 3 8 に示されるように、色相関は複数の直線からなり、単一の直線ではうまく近似できない。以下、この部分を色エッジ領域 4 4 と呼ぶことにし、これに対して図 3 に示されるような単一の直線で色相関が近似可能な部分を素材均一領域 4 6 と呼ぶことにする。

【0043】色エッジ領域 4 4 では、算出した色相関パラメータに基づいて欠落色信号を推定すると大きな推定誤差が生じるので、その色相関パラメータの使用を避ける必要がある。しかし、単板画像の色信号 4 0 からは図 4 の様なグラフは得られないので近似の良否は直接わからず、その信頼性を推定する必要が生じる。本実施の形態では、平均・分散評価部 2 4 で分散  $V_t$  に基づいてま

まず信頼性が低くなる可能性のある状況を検出し、パラメータ評価部 3 2 において色相関パラメータ自体の値に基づきその近似精度を判断する二段階の処理を行っている。

【0044】一般に、色エッジ領域 4 4 では、素材均一領域 4 6 に比して各色信号の分散が大きくなる傾向が強い。ただし、無彩色の領域では、各色信号の分散が小さくても色信号間の直線関係は成立する。平均・分散評価部 2 4 ではこの状況を式 (1) により検出、回避し、信頼性の低い色相関パラメータがパラメータ算出部 2 8 に

\* 点を単板画像の各色信号の平均値により決定する。変動量として各色信号の標準偏差 (分散の平方根) を用いると、推定近似線 4 2 のパラメータ  $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$  は、次の式 (5) により決定される。

【0039】

【数 3】

において算出されるのを防いでいる。また、色相関パラメータの値自体については、色エッジ領域 4 4 でパラメータ  $\beta$  の値が大きな絶対値を持つ確率が高い。これに対し、素材均一領域 4 6 ではパラメータ  $\beta$  は「0」に近い値をとる。素材均一領域 4 6 においても、式 (3) から示唆されるように周辺光と直接光の分光特性が大きく異なる場合やハイライト周辺でパラメータ  $\beta$  は大きな値を取りうるが、このような領域は画像中で比較的わずかである。

【0045】そこで、パラメータ評価部 3 2 では、各パラメータセットにおける  $\beta_{st}$  の絶対値  $|\beta_{st}|$  を所定の閾値  $Th_3$  と比較し、閾値以下の  $|\beta_{st}|$  を持つパラメータセットのみを信頼性が高いと評価して画素復元部 3 4 に転送する。その結果、図 5 に示すように、注目画素 4 8 を含む矩形領域内の色相関を近似するパラメータのうち色エッジ領域 4 4 のパラメータセット 5 0 は除かれ、素材均一領域 4 6 のパラメータセット 5 2 が選抜されて画素復元部 3 4 に転送される。

【0046】画素復元部 3 4 は、領域バッファ 2 2 から注目画素に存在する色信号値  $S_p$  を読み出し、転送された各パラメータセット  $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$  に対し注目画素での欠落色信号値  $T_p$  ( $T$  は R、G、B のうち S でないもの) を、次の式 (6) により推定する。

$$【0047】 T_p = \alpha_{st} \times S_p + \beta_{st}$$

… (6) これは、図 5 において注目

画素の色信号 5 4 から注目画素の欠落色信号 5 6 を求める過程として図示されている。そして、各パラメータセットにより得られた  $T_p$  の平均値を計算して注目画素の欠落色信号の値とし、注目画素の 3 色信号値を生成する。パラメータセットが全く送られてこない場合は、画素復元部 3 4 は、領域バッファ 2 2 から注目画素を中心とする矩形領域を選択して読み出し、その内部における色信号 T の平均値を注目画素の欠落色信号値とする。最後に、注目画素の 3 色信号値が出力画像バッファ 3 6 の対応する位置に書き込まれ、注目画素に対する処理が終了する。

【0048】ここまでの処理が各画素に対して行われる結果、出力画像バッファ 3 6 には、色信号の欠落が補われた原 RGB 画像が得られる。

【0049】本実施の形態では、領域抽出部 2 0 が各画



素に対して複数の矩形領域を選択し、各々の矩形領域に対してパラメータ算出部 28 が色相関パラメータを算出することで注目画素の近傍における色相関パラメータの推定値を複数個得る。そして、それらの推定値の中から平均・分散評価部 24 及びパラメータ評価部 32 によって信頼性の高いものだけが選抜され、選抜された色相関パラメータに基づいて画素復元部 34 により注目画素の欠落色信号値が補われる。そのため、従来の色相関に基づいた欠落色復元法において色エッジ領域 44 の近辺で生じるアーティファクトを軽減、除去でき、より画質の高い原 RGB 画像を出力画像バッファ 36 に得ることができる上、素材均一領域 46 においても複数の色相関パラメータの推定値を総合することでノイズに強い高画質化が可能となっている。

【0050】また、色相関をパラメータを 2 つ含んだ式 (2) で表しているため、多彩な照明条件と物体表面特性を持ったシーンの欠落色復元をより正確に行うことができる。

【0051】色相関パラメータの推定においても、局所領域の平均値及び分散から色相関パラメータを算出するため、種々の色フィルタ配置を有する単板撮像系に対応できる柔軟性を有している。

【0052】また、この実施の形態には様々な変形、変更が可能である。領域抽出部 20 が抽出する領域は、あ \*

$$\alpha_{st} = \frac{\text{MAX}_t - \text{MIN}_t}{\text{MAX}_s - \text{MIN}_s}$$

$$\beta_{st} = \frac{\text{MAX}_t + \text{MIN}_t}{2} - \alpha_{st} \times \frac{\text{MAX}_s + \text{MIN}_s}{2} \quad \dots(7)$$

【0055】また、色相関を表す関係式 (2) に別の式を使うことも可能である。例えば、式 (2) で  $\beta_{st} = 0$  とおいた式を用い、 $\alpha_{st}$  のみを式 (2) に従って計算しても良い。この場合、パラメータ評価部 32 は不要となり、 $\alpha_{st}$  を矩形領域上の色信号の平均値あるいは中間値の比として推定することで処理速度を向上させることができる。撮像される対象が限定され、色相関をパラメータ化する基本となる式 (3) をより詳しく記述できる場合は、さらに高度な色相関モデルを採用してもよい。画素復元部 34 における最終的な欠落色信号値算出法にも種々の変形が考えられる。各パラメータセットに対する欠落色信号値の推定値 T、をただ単純平均するのではなく、各パラメータの信頼性で重み付けすることも有効である。処理時間に余裕がある場合は、各パラメータセットを 4 次元ベクトルとみなしてクラスタリングし、最も大きいクラスタの代表値をパラメータに用いて最終的な欠落色信号値を計算することでパラメータの信頼性推定の失敗の影響を緩和する方法も考えられる。

【0056】平均・分散評価部 24 における色相関パラメータの信頼性予測法も、式 (1) 以外に種々のものが考えられる。例えば、2 種の色信号の分散の差をとり、

\* 程度小さければ  $5 \times 5$  画素のサイズの矩形領域に限らず、実装に最適な任意の形状、サイズの領域でよい。特に、後述する第 2 の実施の形態に示すように、抽出する領域を単板画像から算出した特徴量に基づいて決定する方式は有効である。この場合、領域抽出部 20 は、各画素に関する抽出を行う前に画像全体に対する輝度等の特徴量を計算しておく。そして、各画素に関する抽出においては各画素について複数の近傍をとり、各近傍を特徴量に基づいて領域分割し、分割された個々の領域を抽出する。

【0053】単板原色 CCD 14 の色フィルタ配置は任意のものでよく、タイプも原色系に限らない。平均・分散評価部 24 が平均・分散以外に矩形領域内の各色信号の最大値、最小値を計算してパラメータ算出部 28 に転送し、パラメータ算出部 28 は転送された最大値、最小値に基づいて色相関パラメータを算出しても良い。この場合、パラメータ  $\alpha_{st}$ 、 $\beta_{st}$  は、式 (5) に替わって転送された各色信号の最大値  $\text{MAX\_c}$  及び最小値  $\text{MIN\_c}$  ( $c$  は  $r$ 、 $g$ 、 $b$  の何れか) が以下の式に基づいて算出される。この方法は処理速度が速く、特に文書画像などに有効である。

【0054】

【数 4】

差がある閾値を超えている場合は信頼性が低いと予測する方法は、高速に計算できる点では式 (1) より望ましい。

【0057】領域抽出の仕方についても、各画素の処理につき毎回複数の領域を抽出するのではなく、単板画像に含まれる所定サイズの矩形領域に関する色相関パラメータをまず計算してパラメータバッファ 30 にいれておき、各画素の欠落色復元にはその画素を含む矩形領域の色相関パラメータのうち信頼性の高いものだけを使うという処理にすることで高速化を図れる。

【0058】[第 2 の実施の形態] 図 6 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる画像処理装置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。同図において、前述の第 1 の実施の形態と同様の部分には、図 1 と同じ参照番号を付してある。

【0059】この電子カメラシステムは、電子カメラ 10 と該電子カメラ 10 にケーブル接続された処理装置本体 12 とから構成されている。本実施の形態においては、本体 12 内には、入力画像バッファ 18、参照画像計算部 58、参照画像バッファ 60、ブロック抽出部 62、ブロック分割部 64、ブロックバッファ 66、平均



・分散評価部 24a、フィルタ配置保持 ROM 26、パラメータ算出部 28a、ブロック復元部 68、アーティファクト評価部 70、線形補間部 72、積算平均部 74、出力画像バッファ 36a が配されている。

【0060】ここで、入力画像バッファ 18 の出力は、参照画像計算部 58、ブロック抽出部 62、及び線形補間部 72 に入力される。参照画像計算部 58 の出力は参照画像バッファ 60 に入力され、該参照画像バッファ 60 の出力はブロック分割部 64 に出力される。また、ブロック抽出部 62 の出力もこのブロック分割部 64 に入力される。ブロック分割部 64 の出力はブロックバッファ 66 に入力され、該ブロックバッファ 66 の出力は平均・分散評価部 24a 及びブロック復元部 68 に入力される。平均・分散評価部 24a にはフィルタ配置保持 ROM 26 の出力も入力され、該平均・分散評価部 24a の出力はパラメータ算出部 28a に入力される。パラメータ算出部 28a の出力はブロック復元部 68 に入力され、このブロック復元部 68 には更にフィルタ配置保持 ROM 26 の出力が入力される。

【0061】該ブロック復元部 68 の出力はアーティファクト評価部 70 に入力され、アーティファクト評価部 70 の出力は積算平均部 74 に入力される。この積算平均部 74 には更に線形補間部 72 及び出力画像バッファ 36a の出力が入力され、該積算平均部 74 の出力はこれら線形補間部 72 及び出力画像バッファ 36a に入力される。出力画像バッファ 36a は、入力画像バッファ 18 内の画像と同じ画素数の三色画像を保持するほか、各画素に付きカウンタを保持する。このカウンタは、バッファの各画素位置に書き込みが行われた回数を保持するために設けられている。本実施の形態では、処理中に入力画像バッファ 18 の各画素位置に対応した複数の色信号の推定値を計算してそれらを出力画像バッファ 36a に積算していき、積算値が最後に積算平均部 74 で平均化されて最終的な色信号の推定値を得るという処理を行っている。この処理に書き込み回数が必要になる。 \*

0.0625	0.125	0.0625
0.125	0.25	0.125
0.0625	0.125	0.0625

このように単板画像から直接ローパスフィルタによって計算された画像は、単板画像に対応する原 RGB 画像の輝度成分  $0.25R + 0.5G + 0.25B$  の低域成分を反映するものになっている。

【0067】次に、出力画像バッファ 36a 内の各画素の画素値及びカウンタが「0」に初期化され、入力画像バッファ 18 内のデジタル単板画像に含まれるすべての  $5 \times 5$  画素サイズの矩形領域に対して、次の処理が行われる。以下、画像のある領域において各画素における S 色信号値 (S は R, G, B の何れか) を取り出すことにより形成される画像をその領域内の S 色信号と呼ぶことにする。

\* 【0062】なお、出力画像バッファ 36a の出力は、当該処理装置本体 12 の外部へ導出され、前述の第 1 の実施の形態と同様に、当該処理装置本体 12 の外部に、例えば、JPG 等の画像圧縮処理を行う圧縮処理部とメモリカード等の記憶媒体とを配し、上記出力画像バッファ 36a から出力されるカラーデジタル画像を圧縮して保存する。また、前述の第 1 の実施の形態と同様に、図 6 に破線で示すように、電子カメラ 10 と処理装置本体 12、及び図示しない圧縮処理部と記憶媒体を一つの筐体に一体化して、電子カメラ装置として構成しても良いことは勿論である。

【0063】次に、図 6 に示したような構成における動作を説明する。

【0064】電子カメラ 10 により撮像が行われると、単板原色 CCD 14 からの信号は、A/D コンバータ 16 を経てデジタル化され本体 12 の入力画像バッファ 18 にデジタル単板画像として転送される。同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原 RGB 画像が各画素に R, G, B の三種類の色信号値を有するのに対し、このデジタル単板画像は各画素に単板原色 CCD 14 の色フィルタ配置に応じて一種類の色信号値しか持たず、他の 2 種類の色信号値は欠落している。そこで、本体 12 内ではデジタル単板画像の各画素で欠落する色信号値を推定し、同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原 RGB 画像を復元する処理を行う。この復元処理は、入力画像バッファ 18 内のデジタル単板画像に対して以下の処理が行われることで達成される。

【0065】電子カメラ 10 から本体 12 への画像の転送が終了すると、まず参照画像計算部 58 が入力画像バッファ 18 内のデジタル単板画像に以下に示す式

(8) の係数を持つ  $3 \times 3$  画素のローパスフィルタをかけ、結果を参照画像バッファ 60 に参照画像として書き込む。

【0066】

… (8)

【0068】ブロック抽出部 62 によって、入力画像バッファ 18 内のデジタル単板画像の左上隅からまず右方向、ついで下方向へと 1 画素ずつ矩形領域の位置がずらされ、矩形領域内の画像が順次読み出される。ブロック抽出部 62 により読み出され、処理の始まった画像を注目ブロックと呼ぶ。以下の処理は注目ブロックが色エッジ領域 44 に属するか素材均一領域 46 に属するかによって少し異なっており、図 7 が色エッジ領域 44 に対する処理、図 8 が素材均一領域 46 に対する処理を示している。

【0069】以下、処理の説明は主に図 7 に基づいて行う。注目ブロック 76 は、まずブロック分割部 64 に転

送される。ブロック分割部64は、参照画像バッファ60中の参照画像から注目ブロックの矩形領域に対応する部分参照画像78を読み出し、部分参照画像78内の最大値RefMAX及び最小値RefMINを計算する。そして、部分参照画像78から $(\text{RefMAX} + \text{RefMIN}) / 2$ を閾値として画素値「1」または「0」を持つ二値化画像80を生成する。次に注目ブロック76を二つに分割し、二値化画像80上で画素値「1」を持つ領域に対応するブロックA82、及び二値化画像上で画素値「0」を持つ領域に対応するブロックB84を生成する。そして、ブロックA82及びブロックB84をブロックバッファ66に書き込む。

【0070】前述のように、参照画像の一部である部分参照画像78は原RGB画像の輝度成分に相当する。そのため、部分参照画像78の二値化画像80には原RGB画像のエッジ構造が反映され、ブロックA82、ブロックB84がエッジの左右の領域に対応する。第1の実施の形態の説明において使用した図4に示した色エッジ領域44では、エッジの左右は素材均一領域46で、原RGB画像の色信号38に含まれる直線部分に対応する。そのため、注目ブロックが色エッジ領域44に\*

$$V_c(M) = \frac{N_c(A) \times V_c(A) + N_c(B) \times V_c(B) + N_c(A) \times N_c(B) \times (A_c(A) - A_c(B))^2}{N_c(A) + N_c(B)}$$

$$A_c(M) = \frac{N_c(A) \times A_c(A) + N_c(B) \times A_c(B)}{N_c(A) + N_c(B)}$$

... (9)

【0073】そして、これらの平均値及び分散をパラメータ算出部28aに転送する。以下、括弧内の文字がMの場合、その量がブロックA82とB84が合成された注目ブロック全体に関する量であることを示し、また文字がAないしBを表わす場合はその量が対応するブロックに関する量であることを示す。

【0074】パラメータ算出部28aでは、転送された※

$$T = \alpha_{st}(X) \times S + \beta_{st}(X)$$

そして、式(5)と同様に色相関パラメータを次の式

(11)により計算する。なおこの式(10)、(11)において、S、TはR、G、Bの何れかで互いに異なる。また、s、tはそれぞれS、Tに対応した添字で★

$$\alpha_{st}(X) = \sqrt{\frac{V_t(X)}{V_s(X)}}, \quad \beta_{st}(X) = A_t(X) - \alpha_{st}(X) \times A_s(X) \quad \dots (11)$$

【0077】そして、パラメータ算出部28aはブロックA82及びブロックB84の色相関パラメータを比較し、全ての色信号の組み合わせについてそれらの差がある閾値を越えない場合、色相関パラメータ $\alpha_{st}(M)$ 、 $\beta_{st}(M)$ をブロック復元部68に転送する。そうでない場合、ブロックにおける色信号の個数の総和 $N_r(X) + N_g(X) + N_b(X)$ が多い方のブロックX(XはA、Bの何れか)に関する色相関パラメ

\* 属していてブロック内の色相関パラメータが正しく推定できない場合でも、ブロックA82、ブロックB84内では色相関が直線で近似でき、色相関パラメータが正しく求められる確率が高い。

【0071】ブロックバッファ66に2つの画像が書き込まれると、平均・分散評価部24aはフィルタ配置保持ROM26に記憶されている色フィルタの配置情報を読み出し、ブロックA82、ブロックB84各々において色信号R、G、Bがそれぞれ得られる位置を特定する。そして、ブロックA82、B84各々についてその内部で得られる色信号Cの個数 $N_c(A)$ 、 $N_c(B)$ 、平均値 $A_c(A)$ 、 $A_c(B)$ 、及び分散 $V_c(A)$ 、 $V_c(B)$ (CはR、G、Bの何れか。cはr、g、bの何れかで色信号Cの種類を表す添字である)を計算する。さらに、これらの値からブロックA82、ブロックB84を合成(Merge)した注目ブロック76全体についての平均値 $A_c(M)$ 及び分散 $V_c(M)$ を次の式(9)により計算する。

【0072】

【数5】

※ 平均値及び分散から注目ブロック76、ブロックA82及びブロックB84内の色相関パラメータを算出する。各ブロックA82、B84及び注目ブロック76全体において、第1の実施の形態における式(2)と同様に、色信号SとTの間に次の式(10)を仮定する。

【0075】

$$\dots (10)$$

★あり、XはA、B、Mの何れかである。

【0076】

【数6】

ータ $\alpha_{st}(X)$ 、 $\beta_{st}(X)$ をブロック復元部68に転送する。

【0078】ここで、図7及び図8を参照して、パラメータ算出部28aから転送される色相関パラメータについて説明する。注目ブロックが図7の注目ブロック76のように色エッジ領域44に属する場合は、輝度成分である部分参照画像78に基づいてブロック分割を行うことで分割後のブロックの色相関パラメータの信頼性は向

上する。しかし、注目ブロックが図8の注目ブロック86ように素材均一領域46に属する場合には、注目ブロック全体に対する色相関パラメータが既に高い信頼性をもって算出可能である。逆に、部分参照画像88でブロックが分割されると、ブロックA90、ブロックB92では画素数が少ないため、色相関パラメータの信頼性はかえって低下する。そこで、パラメータ算出部28aは、分割後のブロックの色相関パラメータを比較し、類似している場合は注目ブロック全体に関する色相関パラメータを改めて算出する。

【0079】ブロック復元部68では、転送された色相関パラメータ $\alpha_{si}$ 、 $\beta_{si}$ の種類に応じて以下の処理を行う。転送された色相関パラメータが $\alpha_{si}$  (M)、 $\beta_{si}$  (M)の場合、ブロックバッファ66から2つのブロックを共に読み出す。一方、色相関パラメータが何れかのブロックに関するものであれば、ブロックバッファ66から該当するブロックを読み出す。そして、読み出した画像の各画素について、その画素に存在する色信号値の種類S (SはR、G、Bの何れか)をフィルタ配置保持ROM26に格納されている色フィルタ配置情報から特定し、その色信号値 $S_p$ と転送された色相関パラメータから欠落している色信号値 $T_p$  (TはSと異なる種類)を第1の実施の形態と同様に式(6)から求める。そして、転送された色相関パラメータに関連するブロック内の全ての色信号の欠落を補って各画素に3色信号値\*

$$S_p, < A_{ps} - k \times \sigma_{ps} \text{ 又は } S_p, > A_{ps} + k \times \sigma_{ps} \dots (12)$$

式(12)が満足された画素はアーティファクト発生画素と判断する。すべての色信号をこのように調査した後、検出したアーティファクト発生画素の総数が所定の閾値を下回っている場合は、復元ブロックにアーティファクトが含まれていないと判断し、復元ブロックを積算平均部74に転送する。そうでない場合、復元ブロックにアーティファクトが含まれているとみなし、転送は行わない。

【0083】積算平均部74は、アーティファクト評価部70から復元ブロックが転送された場合にのみ、以下の処理を行う。

【0084】まず、ブロック復元部68から復元ブロックを読み出す。そして、復元ブロックの各画素Pにおいて、出力画像バッファ36a内の画素Pに対応する位置の積算値に復元ブロック96の画素Pにおける色信号値を足し込む。そして、出力画像バッファ36a内の画素Pに対応するカウンタを「1」増やす。

【0085】入力画像バッファ18内のデジタル単板画像に含まれるすべての $5 \times 5$ 画素サイズの矩形領域に対し以上の処理が行われた後、積算平均部74は、出力画像バッファ36a内の各画素Pの積算値及びカウンタを読み出して以下の処理を行う。

【0086】まず、カウンタが「0」の場合、線形補間部72に画素Pの位置を知らせる。線形補間部72は画

\*が存在するカラーの復元ブロックを生成する。転送された色相関パラメータが $\alpha_{si}$  (M)、 $\beta_{si}$  (M)の場合は注目ブロック86全体の色信号の欠落が復元された復元ブロック94が、その他の場合はブロックA82、ブロックB84の何れかに対する復元ブロック96が生成されることになる。復元ブロックはアーティファクト評価部70に転送され、復元結果にアーティファクトが含まれているかどうか判断される。

【0080】色エッジ領域44において発生するアーティファクトは、特定の種類の色フィルタが存在する画素位置においてその色信号値が周囲の色信号値と大きく異なる値を示すというものである。アーティファクト評価部70は、復元ブロックに含まれるこのアーティファクトを以下のように検出、評価する。

【0081】検出は各色信号S (SはR、G、Bの何れか)について行われる。まず、復元ブロックの各画素Pについて、その $3 \times 3$ 画素近傍内の色信号値と画素Pの色信号値 $S_p$ を比較し、色信号値 $S_p$ が近傍内の最大又は最小となるかどうかを調べる。次に、最大又は最小となっている場合は、 $3 \times 3$ 画素近傍内の色信号の平均値 $A_{ps}$ 及び標準偏差 $\sigma_{ps}$  (sはSに対応する添字)を計算し、画素Pの値が所定の定数kに対して次の式(12)を満足するかどうか調べる。

【0082】

素Pを中心とする $3 \times 3$ 画素領域を入力画像バッファ18より読み出し、画素Pに存在する色信号はそのまま用い、欠落している色信号値は近傍内の同種色信号値の平均値により補って、画素の3色信号値を生成する。そして、その3色信号値を積算平均部74に転送する。積算平均部74は、転送された復元値を出力画像バッファ36aに書き込む。カウンタが「0」でない場合、積算平均部74は積算値をカウンタで割って処理中に得られた複数の復元値の平均値を得、この値を出力画像バッファ36aに書き込む。ここまでの処理が終了すると、出力画像バッファ36aに色信号の欠落が補われた原RGB画像が得られる。

【0087】本実施の形態では、入力画像バッファ18中のデジタル単板画像からブロック抽出部62が矩形領域をずらしつつ読み出し、ブロック分割部64が参照画像計算部58により単板画像から計算された参照画像に基づいてブロックを素材均一領域46に分割する結果、分割したブロックについてパラメータ算出部28aが信頼性の高い色相関パラメータを算出できる。そして、ブロック復元部68が色相関パラメータに基づいてブロックの欠落色信号を全て復元して復元ブロックを生成し、積算平均部74がアーティファクト評価部70の評価に基づいてアーティファクトの含まれない復元ブロックのみを出力画像バッファ36aに積算していくこと

で、出力画像バッファ 36 a の各画素においてその画素を包含する複数の素材均一領域 46 に関する色相関パラメータを用いた欠落復元値が得られ、それらを総合して最終的に計算された欠落復元値が積算、平均化されて出力画像バッファ 36 a に出力されることで、従来の色相関に基づいた欠落色復元法において色エッジ部の近辺で生じるアーティファクトを軽減、除去でき、より画質の高い原 RGB 画像を出力画像バッファ 36 a に得ることができる。また、これら第 1 の実施の形態におけるものと同じ画質向上効果の他に、領域分割を行うことで色相関パラメータを算出する領域の形状が可変になるため、色相関パラメータがより正しく計算され複雑なシーンに対する画質向上を実現しやすいという効果がある。さらに、復元ブロックのアーティファクトを直接評価することでより確実なアーティファクト除去が行えるという効果も有する。

【0088】また、この実施の形態には前述の第 1 の実施の形態同様に様々な変形、変更が可能である。ブロック抽出部 62 が抽出するブロックの大きさ、単板原色 C C D 14 の色フィルタ配列やパラメータ算出部 28 a における算出法は第 1 の実施の形態中に記載された変形が全て可能である。また、第 1 の実施の形態と同様に平均・分散評価部 24 a において色相関パラメータを算出する以前にその信頼性を予測し、信頼性が低い場合はそれ以降の処理を行わないようにすることもできる。

【0089】参照画像計算部 58 により計算される参照画像は、その画素値の違いが原 RGB 画像における色相関パラメータの違いを反映するものであればよく、例えば参照画像計算部 58 が単板画像を線形補間した後色差成分を算出して参照画像としても良い。アーティファクト評価部 70 におけるアーティファクト評価法も、周囲の画素より特別異なった色信号値を持つ画素を検出するものであれば任意である。例えばエッジ検出フィルタを復元ブロックにかけ、その出力結果のパターンから判断しても良い。

【0090】ブロック分割部における領域分割法も、二値化に限らず種々のラベリング手法が適用できることはもちろんである。分割された領域上で色相関パラメータが高い信頼性をもって推定できるように領域分割に制限を設けると偽色の抑圧に一層効果的である。

【0091】[第 3 の実施の形態] 図 9 は、本発明の第 3 の実施の形態にかかる画像処理装置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。同図において、前述の第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の部分には、図 1 及び図 6 と同じ参照番号を付してある。

【0092】この電子カメラシステムは、電子カメラ 10 と該電子カメラ 10 にケーブル接続された処理装置本体 12 とから構成されている。本実施の形態においては、電子カメラ 10 は二板式撮像系を持ち、その内部では、全画素に G フィルタを配した G C C D 14<sub>1</sub> 及び

R フィルタと B フィルタを画素毎に市松状に配した R/B 市松 C C D 14<sub>2</sub> の出力が A/D コンバータ 16 を介して、ケーブル接続された処理装置本体 12 内の入力画像バッファ 18 に入力されるように構成されている。一方、処理装置本体 12 内には、ブロック抽出部 62、ブロックバッファ 66、平均・分散評価部 24 b、パラメータ算出部 28 b、パラメータ評価部 32 b、ブロック復元部 68 b、積算平均部 74、線形補間部 72、出力画像バッファ 36 a が配されている。

【0093】ここで、入力画像バッファ 18 の出力は、ブロック抽出部 62 と線形補間部 72 に入力される。ブロック抽出部 62 の出力はブロックバッファ 66 に入力され、該ブロックバッファ 66 の出力は平均・分散評価部 24 b、パラメータ評価部 32 b、及びブロック復元部 68 b に入力される。平均・分散評価部 24 b の出力はパラメータ算出部 28 b に入力され、該パラメータ算出部 28 b の出力はパラメータ評価部 32 b に入力される。パラメータ評価部 32 b の出力はブロック復元部 68 b に入力され、該ブロック復元部 68 b の出力は積算平均部 74 に入力される。

【0094】この積算平均部 74 には更に線形補間部 72 及び出力画像バッファ 36 a の出力が入力され、該積算平均部 74 の出力はこれら線形補間部 72 及び出力画像バッファ 36 a に入力される。出力画像バッファ 36 a は、入力画像バッファ 18 内の画像と同じ画素数の三色画像を保持するほか、各画素にカウンタを保持する。このカウンタは、バッファの各画素位置に書き込みが行われた回数を保持するために設けられている。本実施の形態では、処理中に入力画像バッファ 18 の各画素に対応した複数の色信号推定値を計算し、それらを出力画像バッファ 36 a に積算していき、積算値が最後に積算平均部 74 で平均化されることで最終的な色信号推定値が得られるという処理を行っている。この処理に書き込み回数が必要になる。

【0095】なお、出力画像バッファ 36 a の出力は、当該処理装置本体 12 の外部へ導出され、前述の第 1 の実施の形態と同様に、当該処理装置本体 12 の外部に、例えば、J P E G 等の画像圧縮処理を行う圧縮処理部とメモ리카ード等の記憶媒体とを配し、上記出力画像バッファ 36 a から出力されるカラーディジタル画像を圧縮して保存する。また、前述の第 1 の実施の形態と同様に、図 9 に破線で示すように、電子カメラ 10 と処理装置本体 12、及び図示しない圧縮処理部と記憶媒体を一つの筐体に一体化して、電子カメラ装置として構成しても良いことは勿論である。

【0096】次に、図 9 に示したような構成における動作を説明する。

【0097】電子カメラ 10 により撮像が行われると、G C C D 14<sub>1</sub> 及び R/B 市松 C C D 14<sub>2</sub> からの信号が A/D コンバータ 16 を経てディジタル化され、

10

20

30

40

50

本体 12 の入力画像バッファ 18 にデジタル二板画像として転送される。同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原 RGB 画像が各画素に R, G, B の三種類の色信号値を有するのに対し、このデジタル二板画像は各画素に R/B 市松 CCD 14<sub>2</sub> の色フィルタ配置に応じて G と R、ないしは G と B の二種類の色信号値しか持たず、他の 1 種類の色信号値は欠落している。そこで、本体 12 内では入力画像バッファ 18 内のデジタル画像の各画素で欠落する色信号値を推定し、同じシーンを三板撮像系により撮像した場合に得られる原 RGB 画像を復元する処理を行う。この復元処理は、入力画像バッファ 18 内のデジタル二板画像に対して順次以下の処理が行われることで達成される。

【0098】即ち、電子カメラ 10 から本体 12 への画像の転送が終了すると、まず出力画像バッファ 36 a 内の各画素の画素値及びカウンタが「0」に初期化され、入力画像バッファ 18 内のデジタル二板画像に含まれるすべての 5×5 画素サイズの矩形領域に対して、以下の処理が行われる。以下、画像のある領域において各画素における S 色信号値 (S は R, G, B の何れか) を取り出すことにより形成される画像をその領域内の S 色信号と呼ぶことにする。

【0099】ブロック抽出部 62 によって、入力画像バッファ 18 内のデジタル画像の左上隅からまず右方向、ついで下方向へと 1 画素づつ矩形領域の位置がずらされ、矩形領域内の画像が順次読み出される。ブロック抽出部 62 により読み出され、処理の始まった画像を注目ブロックと呼ぶ。読み出された注目ブロックは、ブロックバッファ 66 に転送される。

【0100】すると、平均・分散評価部 24 b は、プロ

$$e_p = T_p - (\alpha_{gr} \times G_p + \beta_{gr}) \quad \dots (13)$$

を計算する。次に、注目ブロック内の全画素における誤差の絶対値の総和を計算し、総和が所定の閾値を超えていない場合は、色相関パラメータ  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  及び  $\alpha_{gb}$ ,  $\beta_{gb}$  の信頼性は高いと判断して、ブロック復元部 68 b に色相関パラメータ  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  及び  $\alpha_{gb}$ ,  $\beta_{gb}$  を転送する。

【0103】図 10 は、色エッジ領域 44 において R 色信号の得られる画素 p を例に、誤差  $e_p$  の意味を図示している。二板撮像系においては各画素に 2 種類の色信号が得られるため、図 10 中に二板画像の色信号 98 として示されているように色相関図を部分的に図示することが可能である。誤差  $e_p$  は、色相関パラメータ  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  により表される推定近似線 42 に基づいて G 色信号値 100 から推定される R 色信号推定値 102 と、実際の R 色信号値 104 との差を表し、色相関を推定近似線 42 で近似する信頼性が悪いほど大きくなる。

【0104】一方、転送された色相関パラメータが

$$T_p = \alpha_{gr} \times G_p + \beta_{gr} \quad \dots (14)$$

また、パラメータ評価部 32 b から色相関パラメータ  $\alpha_{br}$ ,  $\beta_{br}$  及び  $\alpha_{rb}$ ,  $\beta_{rb}$  が転送された場合には、注目ブ

\* ックバッファ 66 から注目ブロックを読み出し、全画素に存在する G 色信号の平均値  $A_g$  及び分散  $V_g$  を計算する。次に、注目ブロックの各画素において存在する色信号値の種類 (R, B の何れか) を R/B 市松 CCD 14<sub>2</sub> の色フィルタ配置の規則性を利用して計算する。そして、注目ブロック内の R 色信号の平均値  $A_r$  と分散  $V_r$ 、及び B 色信号の平均値  $A_b$  と分散  $V_b$  を算出する。(r, g, b は色信号の種類を表す添字である) そして、平均値  $A_c$  及び分散  $V_c$  ( $c$  は r, g, b の何れか) をパラメータ算出部 28 b に転送する。

【0101】パラメータ算出部 28 b では、転送された平均値  $A_c$  及び分散  $V_c$  に基づいて以下の処理を行う。まず、G 色信号の分散  $V_g$  を所定の閾値と比較し、閾値以上の場合は色相関パラメータ  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  及び  $\alpha_{gb}$ ,  $\beta_{gb}$  を前述の第 1 の実施の形態で説明した上記式 (5) により計算する。一方、 $V_g$  が閾値以下の場合は、色相関パラメータ  $\alpha_{br}$ ,  $\beta_{br}$  及び  $\alpha_{rb}$ ,  $\beta_{rb}$  を同じく上記式 (5) により計算する。そして、計算した色相関パラメータをパラメータ評価部 32 b に転送する。

【0102】パラメータ評価部 32 b では、転送されたパラメータの信頼性を以下のように評価する。まず、転送されたパラメータが  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  及び  $\alpha_{gb}$ ,  $\beta_{gb}$  である場合、ブロックバッファ 66 から注目ブロックを読み出す。そして、注目ブロックの各画素 P において、R/B 市松 CCD 14<sub>2</sub> の色フィルタ配置の規則性を利用して画素 P に存在する G 以外の色信号 T (T は R, B の何れか) を特定し、その色信号値  $T_p$  と G 色信号値  $G_p$ 、及び色相関パラメータ  $\alpha_{gt}$ ,  $\beta_{gt}$  (t は T に対応して r, b の何れか) から色相関パラメータによる色信号推定値と実際の色信号値の推定誤差

$$\dots (13)$$

\*  $\alpha_{br}$ ,  $\beta_{br}$  及び  $\alpha_{rb}$ ,  $\beta_{rb}$  である場合、パラメータ  $\beta_{br}$  の絶対値  $|\beta_{br}|$  及び  $\beta_{rb}$  の絶対値  $|\beta_{rb}|$  が所定の閾値を超えないかどうか調べ、いずれも越えていない場合は、色相関パラメータ  $\alpha_{br}$ ,  $\beta_{br}$  及び  $\alpha_{rb}$ ,  $\beta_{rb}$  の信頼性は高いと判断して、ブロック復元部 68 b に色相関パラメータ  $\alpha_{br}$ ,  $\beta_{br}$  及び  $\alpha_{rb}$ ,  $\beta_{rb}$  を転送する。

【0105】ブロック復元部 68 b は、パラメータ評価部 32 b から色相関パラメータが転送された場合は、ブロックバッファ 66 から注目ブロックを読み出し、注目ブロックの各画素 p で欠落する色信号の種類 T (T は R, B の何れか) を R/B 市松 CCD 14<sub>2</sub> の色フィルタ配列の規則性に基づいて特定する。そして、転送されたパラメータが  $\alpha_{gr}$ ,  $\beta_{gr}$  及び  $\alpha_{gb}$ ,  $\beta_{gb}$  である場合、注目ブロック内の各画素 P の G 色信号値  $G_p$  から、各画素で欠落する色信号値  $T_p$  を以下の式により推定する。

$$\dots (14)$$

ロック内の各画素PにG色信号以外に存在する色信号値  
 $S_p$  (SはR, BのうちTでないもの) から、各画素で\*

$$T_p = \alpha_{st} \times S_p + \beta_{st}$$

そして、いずれの場合も各画素に3色信号値を持つ復元  
 ブロックを生成する。こうして生成された復元ブロック  
 は、積算平均部74に転送される。一方、パラメータ評  
 価部32bから色相関パラメータが転送されない場合  
 は、復元ブロックの生成も転送も行わない。

【0108】積算平均部74は、ブロック復元部68b  
 から復元ブロックが転送された場合にのみ、復元ブロッ  
 クの各画素Pに対し、出力画像バッファ36a内の画素  
 Pに対応する位置の積算値に復元ブロックの画素Pにお  
 ける色信号値を足し込む。そして、出力画像バッファ3  
 6a内の画素Pに対応するカウンタを「1」増やす。

【0109】入力画像バッファ18内のデジタル二板  
 画像に含まれるすべての5×5画素サイズの矩形領域に  
 対し以上の処理が行われた後、積算平均部74は出力画  
 像バッファ36a内の各画素Pの積算値及びカウンタを  
 読み出して以下の処理を行う。

【0110】まず、カウンタが「0」の場合、線形補間  
 部72に画素Pの位置を知らせる。線形補間部72は、  
 画素Pを中心とする3×3画素領域を入力画像バッファ  
 18より読み出し、画素Pに存在する色信号値はそのま  
 ま用い、欠落している色信号値は近傍内の同種の色信号  
 値の平均値により補って、画素の3色信号値を生成す  
 る。そして、その3色信号値を積算平均部74に転送す  
 る。積算平均部74は転送された復元値を出力画像バッ  
 ファ36aに書き込む。カウンタが「0」でない場合、  
 積算平均部74は積算値をカウンタで割って処理中に得  
 られた複数の復元値の平均値を得、この値を出力画像バ  
 ッファ36aに書き込む。

【0111】ここまでの処理が終了すると、出力画像バ  
 ッファ36aに色信号の欠落が補われた原RGB画像が  
 得られる。

【0112】以上のように、本実施の形態では、入力画  
 像バッファ18中のデジタル二板画像からブロック抽  
 出部62が矩形領域をずらしつつ読み出し、パラメータ  
 算出部28bが色相関パラメータを算出する。次に、パ  
 ラメータ評価部32bが二板画像の各画素に存在する二  
 種類の色信号値から色信号の復元誤差を計算することで  
 色相関パラメータの信頼性を判断し、信頼性の高いパラ  
 メータだけをブロック復元部68bに転送する。そし  
 て、ブロック復元部68bが色相関パラメータに基づい  
 てブロックの欠落色信号を全て復元して復元ブロックを  
 生成し、積算平均部74が復元ブロックを出力画像バッ  
 ファ36aに積算していくことで、出力画像バッファ3  
 6aの各画素において信頼性の高い色相関パラメータの  
 みに基づいて計算された複数の欠落復元値の積算値が得  
 られる。最終的にそれらの平均値が出力画像バッファ3  
 6aに出力されることで、前述の第1の実施の形態と同

\* 欠落する色信号値 $T_p$ を以下の式により推定する。

【0107】

… (15)

じく色エッジ部の近辺で生じるアーティファクトが少な  
 く画質の高い原RGB画像を出力画像バッファ36aに  
 得ることができる。本実施の形態では、入力画像が二板  
 画像であることを利用して色相関パラメータの信頼性を  
 確実に評価することで、第1の実施の形態における場合  
 よりさらに効果的にアーティファクトの発生を抑えるこ  
 とが可能になっている。また、G色信号の局所的な分散  
 に応じて各画素で得られる二種類の色信号のどちらを欠  
 落色復元に用いるかを切り替えることにより、G信号が  
 小さくG信号のみからの復元ではノイズの影響を受けや  
 すい場合にも良好な復元結果を維持することができる。

【0113】なお、この実施の形態には第1の実施の形  
 態同様に様々な変形、変更が可能である。ブロック抽出  
 部62により抽出されるブロックの大きさ、R/B市松  
 CCD 142の色フィルタ配列やパラメータ算出部2  
 8bにおける算出法は第1の実施の形態中に記載された  
 変形が全て可能である。

【0114】例えば、平均・分散評価部24bにおいて  
 平均、分散の値に基づいて色相関パラメータの信頼性を  
 予測し、信頼性が低い場合はそれ以降の処理を行わない  
 ようにすることも、第1の実施の形態同様に可能であ  
 る。また、二板撮像系の場合は注目ブロック内の色相関  
 図を構成することが可能なため、色相関パラメータの信  
 頼性の計算法にも種々の方法が考えられる。例えば、色  
 相関図に2本の直線を当てはめ、単一の直線を当てはめ  
 た場合より当てはめ誤差が少ない場合は色相関パラメー  
 タの信頼性が低いと判断することもできる。さらに、第  
 2の実施の形態のように領域分割を行ってパラメータの  
 信頼性を上げることも容易となる。この場合、平均・分  
 散評価部24bが色相関図からHough 変換などの直線抽  
 出手法を用いて直線を抽出し、最も当てはまりの良い直  
 線部に対応する領域を以下の処理対象とすればよい。も  
 っと簡単な領域分割法としては、パラメータ評価部32  
 bで注目ブロック内の各画素Pにおいて算出される推定  
 誤差 $e$ の符号に応じて注目ブロックを2つの部分ブロッ  
 クに分割してブロックバッファ66に書き戻し、各部分  
 ブロックで改めてパラメータ算出部28bによりパラ  
 メータ算出を行って信頼性の高い部分ブロックを以後の  
 処理に用いるものが挙げられる。また、第2の実施の形  
 態と同様に特徴量に基づいて領域分割を行う場合でも、  
 特徴量として全画素に存在するG成分を用いればより正  
 確な欠落色復元が可能になる。

【0115】積算平均部74やブロック復元部68bに  
 おける処理法にも種々の変形が可能である。もともとG  
 色信号は欠落なく得られているので、G色信号について  
 の積算は行なわなくてもよい。また、パラメータ評価部  
 32bではRとGの色相関パラメータ、BとGの色相関



パラメータの信頼性評価を一括して行っているが、それぞれ別々に誤差評価をし、ブロック復元部 6 8 b への色相関パラメータの転送も独立して行えば、R と G の色相関が直線で近似できるが B と G の色相関は近似できない等のケースでも B 色信号の欠落復元が可能になる。

【0 1 1 6】以上実施の形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能である。ここで、本発明の要旨をまとめると以下のようになる。

【0 1 1 7】(1) 単板撮像系又は二板撮像系により得られた、各画素について 1 種類以上の色信号値が欠落しているデジタル画像を入力し、各画素の欠落色信号値を推定してカラーデジタル画像を出力する画像処理装置において、上記色信号値が欠落しているデジタル画像から各画素につき複数の相異なる画像領域を抽出する領域抽出手段と、上記領域抽出手段により抽出された個々の画像領域に対し、その画像領域上の色相関を表す色相関パラメータを、その画像領域上に存在する色信号値に基づいて推定する色相関パラメータ推定手段と、上記色相関パラメータ推定手段により推定された個々の色相関パラメータの信頼性をその色相関パラメータ及びその色相関パラメータに対応する画像領域上の色信号値に基づいて評価し、信頼性の高い色相関パラメータだけを選抜するパラメータ選抜手段と、上記色信号値が欠落しているデジタル画像の各画素に対し、その画素に存在する色信号値と上記色相関パラメータ選抜手段により選抜された色相関パラメータのうち対応する画像領域がその画素を包含するものに基づいてその画素の欠落色信号値を復元する復元手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【0 1 1 8】この構成は、図 1 乃至図 5 に示される第 1 の実施の形態、並びに図 9 及び図 1 0 に示される第 3 の実施の形態の二つが対応する。即ち、領域抽出手段は、第 1 の実施の形態では領域抽出部 2 0 に対応し、第 3 の実施の形態ではブロック抽出部 6 2 に対応する。色相関パラメータ推定手段は、平均・分散評価部 2 4、2 4 b 及びパラメータ算出部 2 8、2 8 b に対応する。パラメータ選抜手段は、パラメータ評価部 3 2、3 2 b に対応する。復元手段は、第 1 の実施の形態では画素復元部 3 4 に対応し、第 3 の実施の形態ではブロック復元部 6 8 b 及び積算平均部 7 4 に対応する。

【0 1 1 9】上記のような構成によれば、領域抽出手段が入力画像の各画素につき複数の画像領域を抽出し、抽出された個々の画像領域に対し、画像領域上の色相関を色相関パラメータ推定手段が推定してパラメータ化する。そして、パラメータ選抜手段が色相関パラメータ推定手段により推定された個々のパラメータの信頼性を評価し、信頼性の高いパラメータだけを復元手段に送る。復元手段では、入力画像の各画素において、送られてき

たパラメータのうちその画素に関連するものに基づいてその画素の色信号値を復元する。

【0 1 2 0】従って、入力画像の各画素に対し複数の画像領域が採られ、各画像領域上の色相関パラメータのうち信頼性の高いものだけが選抜されるため、信頼性の低いパラメータを用いることにより生じるアーティファクトを抑制することができる。また、各画素の欠落色信号値の復元をその画素に関連する複数の色相関パラメータから行うため、ノイズに強い復元が可能となる。

10 【0 1 2 1】(2) 単板撮像系又は二板撮像系により得られた、各画素について 1 種類以上の色信号値が欠落しているデジタル画像を入力し、各画素の欠落色信号値を推定してカラーデジタル画像を出力する画像処理装置において、上記色信号値が欠落しているデジタル画像から各画素につき複数の相異なる画像領域を抽出する領域抽出手段と、上記領域抽出手段により抽出された個々の画像領域に対し、その画像領域上の色相関を表す色相関パラメータを、その画像領域上に存在する色信号値に基づいて推定する色相関パラメータ推定手段と、各  
20 画像領域上の欠落色信号値をその画像領域に対応する色相関パラメータと各画素に存在する色信号値とから復元して復元画像領域を生成する領域復元手段と、上記領域復元手段により生成された個々の復元画像領域に対し、その復元画像領域上の色信号値に基づいて復元結果の信頼性を評価し、信頼性が高いと評価された復元画像領域を選抜する復元領域選抜手段と、上記色信号値が欠落しているデジタル画像の各画素に対し、上記復元領域選抜手段により選抜された復元画像領域のうちその画素を含むものに基づいてその画素の欠落色信号値を復元する  
30 画素復元手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

【0 1 2 2】この構成は、図 6 乃至図 8 に示される第 2 の実施の形態が対応する。即ち、領域抽出手段は、参照画像計算部 5 8、参照画像バッファ 6 0、ブロック抽出部 6 2 及びブロック分割部 6 4 に対応する。色相関パラメータ推定手段は、平均・分散評価部 2 4 a 及びパラメータ算出部 2 8 a に対応する。領域復元手段はブロック復元部 6 8 に対応し、復元領域選抜手段はアーティファクト評価部 7 0 に対応する。そして、画素復元手段は、積算平均部 7 4 に対応する。

【0 1 2 3】上記のような構成によれば、領域抽出手段が入力画像の各画素につき複数の画像領域を抽出し、抽出された個々の画像領域に対し、画像領域上の色相関を色相関パラメータ推定手段が推定してパラメータ化する。そして、推定された個々のパラメータにつき領域復元手段が対応する画像領域上の各画素における欠落色信号値を復元し、カラーの復元画像領域を生成する。この処理は各色相関パラメータと対応する画像領域上に既に存在する色信号値とに基づいて行われる。各色相関パラメータにつきこうして復元画像領域が生成されると、復

元領域選抜手段は各復元画像領域上の色信号値に基づいて復元結果の信頼性を評価し、信頼性が高いと評価された復元画像領域のみを選抜する。画素復元手段では、入力画像の各画素において、復元領域選抜手段により選抜された復元画像領域のうちその画素を包含するものに基づいてその画素の色信号値を復元する。

【0124】従って、入力画像の各画素に対して複数の画像領域が採られ、各画像領域上の欠落色信号値がその画像領域上の色相関パラメータに基づいて復元され、信頼性が高いと判断された復元結果だけが選抜されて各画素の欠落色信号値の復元に利用されるため、信頼性の低い復元結果が利用されることにより生じるアーティファクトを抑制することができる。また、各画素の欠落色信号値の復元をその画素に関連する複数の復元結果に基づいて行うため、ノイズに強い復元が可能となる。さらに、各画像領域の復元結果を直接復元の信頼性の判定に用いるため、信頼性の評価がより確実で且つ効率的な処理が可能になる。

【0125】(3) 上記領域抽出手段は、上記デジタル画像の各画素において色相関パラメータに関連する所定の特徴量をその画素の近傍に存在する色信号値に基づいて計算する特徴量算出手段と、上記特徴量算出手段により算出された特徴量に基づいて上記デジタル画像の各画素の近傍を複数の画像領域に分割する分割手段とを有し、分割された各画像領域を抽出することを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の画像処理装置。

【0126】この構成は、図1乃至図5に示される第1の実施の形態、並びに図9及び図10に示される第3の実施の形態にも対応するが、主として図6乃至図8に示される第2の実施の形態に対応する。即ち、第2の実施の形態においては、領域抽出手段が参照画像計算部58、参照画像バッファ60、ブロック抽出部62及びブロック分割部64に対応し、そのうち特徴量算出手段が参照画像計算部58に対応し、分割手段がブロック分割部64に対応する。第1の形態においては、領域抽出手段、特徴量算出手段、及び分割手段はいずれも領域抽出部62に対応する。第3の形態においては、領域抽出手段、特徴量算出手段、分割手段はいずれもブロック抽出部62に対応する。

【0127】上記のような構成によれば、領域抽出手段において、特徴量算出手段が入力画像の各画素でその画素における色相関を表す色相関パラメータに関連する特徴量を計算する。そして、分割手段が各画素の近傍を特徴量に基づいて領域分割し、分割後の各部分領域がその画素に関連する画像領域として抽出される。

【0128】従って、画像領域の抽出に際し、入力画像から各画素近傍の色相関パラメータに関連の深い特徴量を算出し、その特徴量に基づいて抽出する画像領域を決定するため、抽出された各画像領域上の色相関パラメータが予め信頼性の高いものになり、アーティファクトの

発生をより確実に抑えることができる。

【0129】即ち、上記構成では、輝度などの入力画像から計算できる特徴を利用して、色相関に関して設けた仮定が成立する可能性の高い領域だけを積極的に取り出し、その領域の情報をを用いて欠落色信号値の復元を行うことにより、画像の全ての部位でアーティファクトが生じにくく且つ高品位の画像を生成できる欠落色信号値の復元方法を提供することができる。

【0130】(4) 上記色相関パラメータ推定手段は、色相関パラメータの推定に先立って、その色相関パラメータに対応する画像領域上に存在する色信号値に基づいてその色相関パラメータの信頼性を予測する信頼性予測手段を有し、その信頼性が高いと判断された場合にのみ色相関パラメータの推定を行うことを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載の画像処理装置。

【0131】この構成は、図6乃至図8に示される第2の実施の形態、並びに図9及び図10に示される第3の実施の形態にも対応するが、主として図1乃至図5に示される第1の実施の形態に対応する。即ち、信頼性予測手段は、平均・分散評価部24に対応する。

【0132】上記のような構成によれば、色相関パラメータ推定手段におけるパラメータ推定において、信頼性予測手段が対象とする画像領域上の色信号値から色相関パラメータの信頼性を予測し、信頼性が低いと予測された場合は色相関パラメータの算出を行わないようにする。高いと予測された場合は推定を行う。

【0133】従って、明らかに信頼性の低い色相関パラメータの算出が防げるのでアーティファクトの発生がより確実に抑えられ、処理速度も向上する。

【0134】(5) 上記特徴量算出手段は、上記デジタル画像の各画素の近傍における平均的な輝度値ないしは色相を計算して特徴量とすることを特徴とする上記(3)に記載の画像処理装置。

【0135】この構成は、図6乃至図8に示される第2の実施の形態に対応する。即ち、特徴量算出手段は、参照画像計算部58に対応する。

【0136】上記のような構成によれば、特徴量算出手段が入力画像の各画素でその画素における色相関を表す色相関パラメータに関連する特徴量として各画素の近傍における平均的な輝度値ないしは色相を計算する。

【0137】従って、各画素の近傍で安定的に計算でき、かつモアレの影響が少ない量である輝度値を用いることで、分割手段により分割される個々の領域に対する色相関パラメータの信頼性が向上する。また、輝度値が等しく色だけが違っているエッジ部などでは輝度値に変わって色相を特徴量とすることで同じく分割手段により分割される個々の領域に対する色相関パラメータの信頼性が向上する。

【0138】即ち、上記構成では、輝度などの入力画像から計算できる特徴を利用して、色相関に関して設けた



仮定が成立する可能性の高い領域だけを積極的に取り出し、その領域の情報を用いて欠落色信号値の復元を行うことにより、画像の全ての部位でアーティファクトが生じにくく且つ高品位の画像を生成できる欠落色信号値の復元方法を提供することができる。

【0139】(6) 上記デジタル画像は二板撮像系により得られたものであり、上記パラメータ選抜手段は、上記色相関パラメータ推定手段により推定された色相関パラメータを用いて、その色相関パラメータに対応する画像領域上の各画素で既に存在する二種の色信号値の一方から他方を推定した場合の推定値と実際の色信号値との推定誤差を算出し、推定誤差に基づいてその色相関パラメータの信頼性を評価することを特徴とする上記(1)に記載の画像処理装置。

【0140】この構成は、図9及び10に示される第3の実施の形態が対応する。

【0141】上記のような構成によれば、二板撮像系により得られた画像が入力された場合、入力画像の各画素に二種類の色信号値が得られる。パラメータ選抜手段は、色相関パラメータの信頼性の評価にあたり、まずその色相関パラメータを使って対応する画像領域の各画素に存在する色信号値の推定値を計算する。その際、各画素に存在する二種類の色信号値のうち、一方の色信号値から他方の色信号値を推定する。そして、各画素の推定値と既にその画素に存在した同種類の色信号値との誤差を計算する。

【0142】そして、この誤差に基づいてその色相関パラメータの信頼性を評価し、誤差が大きいほど信頼性が低いと判断する。

【0143】つまり、単板撮像系により得られた画像と異なり、二板撮像系により得られた画像には各画素で二種類の色信号値が存在する。そのため、パラメータ選抜手段が各画素で既に存在する色信号値をあえて色相関パラメータを用いて推定し、推定結果の誤差を調べることができる。その結果、色相関パラメータの信頼性評価を確実にできる。

【0144】(7) 上記パラメータ選抜手段は、上記色相関パラメータの値が所定の範囲に含まれているか否かに基づいてその色相関パラメータの信頼性を評価することを特徴とする上記(1)に記載の画像処理装置。

【0145】この構成は、図1乃至図5に示される第1の実施の形態、並びに図9及び図10に示される第3の実施の形態の二つが対応する。即ち、パラメータ選抜手段は、パラメータ評価部32、32bに対応する。

【0146】上記のような構成によれば、パラメータ選抜手段は、色相関パラメータの信頼性の評価をパラメータの値自身から見積もる。パラメータの値の範囲は、予め色相関パラメータの信頼性が低くなる場合の色相関パラメータの値の傾向を調べておき、色相関パラメータが十分信頼できると経験的に判断される範囲に設定されて

いる。パラメータ選抜手段は、この範囲に色相関パラメータの値が入っているかどうか調べ、入っていなければ信頼性が低い、入っていれば信頼性が高いと判断する。

【0147】従って、色相関パラメータの信頼性の評価に他のデータを必要としないので、信頼性評価が高速、簡便に行える。

【0148】(8) 上記復元領域選抜手段は、上記復元画像領域から近傍の全ての画素の色信号値と大きく異なる色信号値を持つ画素を検出し、検出結果に基づいてその復元画像領域の信頼性を判断することを特徴とする上記(2)に記載の画像処理装置。

【0149】この構成は、図6乃至図8に示される第2の実施の形態が対応する。即ち、復元領域選抜手段は、アーティファクト評価部70に対応する。

【0150】ここで、領域復元手段により復元された復元画像領域には、復元結果の信頼性が乏しい場合に特定のアーティファクトが現れる。このアーティファクトは、特定の画素において、その色信号値が周囲のいずれの画素の色信号値からもかけ離れた値を取るという特徴を持つ。復元領域選抜手段は復元画像領域からそのような画素を検出し、検出結果に応じて色相関パラメータの信頼性を判断する。

【0151】従って、復元画像から明示的にアーティファクトの特徴を検出することにより、復元結果の信頼性を確実に評価できる。

【0152】(9) 上記色相関パラメータ推定手段は、上記色相関が、二種の色信号値S、Tに対して式

$$T = \alpha \times S + \beta$$
を満足すると仮定し、パラメータ $\alpha$ と $\beta$ をSとTに関する色相関パラメータに設定することを特徴とする上記(1)乃至(8)の何れかに記載の画像処理装置。

【0153】この構成は、図1乃至図5に示される第1の実施の形態、図6乃至図8に示される第2の実施の形態、並びに図9及び図10に示される第3の実施の形態の三つが対応する。

【0154】上記のような構成によれば、色相関パラメータ推定手段が、任意の二種の色信号値S、Tに対する色相関は式

$$T = \alpha \times S + \beta$$
を満足すると仮定し、パラメータ $\alpha$ と $\beta$ をSとTに関する色相関パラメータとして推定する。

【0155】従って、領域抽出手段により抽出される画像領域が十分局所的な場合、色相関を表現する式として二つのパラメータを持つ一次式を用いることで、入力される画像が複数光源や鏡面反射特性を持つ物体を含む複雑な場合の色相関も表現できるようになる。その結果、色相関パラメータの信頼性が下がってアーティファクトが発生する領域の範囲を小さくできる。

【0156】即ち、上記の構成では、画像の局所領域の色相関として汎用性のあるものをパラメータ表現し、画

像の局所領域の統計的性質を用いて欠落色信号値の復元を行う計算方法をとることにより、入力される画像が複数光源や種々の表面反射特性を持つ物体を含む複雑なものであってもアーティファクトが少なく、また種々の撮像方式やモザイク色フィルタ配置にも対応できる柔軟性のある欠落色信号値の復元方法を提供することができる。

【0157】(10) 上記色相関パラメータ推定手段は、上記色相関パラメータを、その色相関パラメータに対応する画像領域上に存在する色信号値の統計量、特に

平均値と分散、または最大値と最小値に基づいて推定することを特徴とする上記(9)に記載の画像処理装置。

【0158】この構成は、図1乃至図5に示される第1の実施の形態、図6乃至図8に示される第2の実施の形態、並びに図9及び図10に示される第3の実施の形態の三つが対応する。

【0159】上記のような構成によれば、色相関パラメータ推定手段は、パラメータを推定する画像領域上の色信号値を種類別に分け、各種類ごとの平均値と分散、又は最大値と最小値を計算する。次に、各種類ごとに分散の平方根又は最大値と最小値の差を計算し、色信号値の変動の大きさを見積もる。そして、変動の大きさの比から色相関パラメータのうちの $\alpha$ を算出し推定値とする。次に、算出された $\alpha$ と平均値又は最大値と最小値の中間値から色相関パラメータのうちの $\beta$ を算出し推定値とする。

【0160】従って、色相関パラメータを対応する画像領域上の色信号値に関する統計量、特に平均値と分散や最大値と最小値によって推定することで、入力画像を得るのに用いた撮像系の色フィルタ配置が限定される必要がなくなり、また色相関パラメータがノイズの影響を受けにくくなりノイズに強い欠落色信号値の復元が可能となる。

【0161】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、色相関に関して設けた仮定がある領域内で成立するかどうかを判断し、仮定が成立すると判断された領域の情報だけを用いて欠落色信号値の復元を行うことにより、画像の全ての部位でアーティファクトが生じにくく且つ高品位の画像を生成できる欠落色信号値の復元が可能な画像処理装置を提供することができる。

【0162】また、本発明によれば、ある画素に対しその画素に関する複数の近傍の色相関を総合して処理を行うことにより、ノイズに強い欠落色信号値の復元が可能な画像処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態にかかる画像処理装

置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。

【図2】色相関特性を説明するための図である。

【図3】色相関パラメータとその算出法を説明するための図である。

【図4】色相関パラメータの信頼性を説明するための図である。

【図5】色相関パラメータ選抜の効果を説明するための図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態にかかる画像処理装置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。

【図7】色エッジ領域における処理を説明するための図である。

【図8】素材均一領域における処理を説明するための図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態にかかる画像処理装置の適用された電子カメラシステムの構成を示す図である。

【図10】色相関パラメータの信頼性評価を説明するための図である。

【符号の説明】

10 電子カメラ

12 処理装置本体

14 単板原色CCD

14<sub>1</sub> GCCD

14<sub>2</sub> R/B市松CCD

16 A/Dコンバータ

18 入力画像バッファ

20 領域抽出部

22 領域バッファ

24, 24a, 24b 平均・分散評価部

26 フィルタ配置保持ROM

28, 28a, 28b パラメータ算出部

30 パラメータバッファ

32, 32b パラメータ評価部

34 画素復元部

36, 36a 出力画像バッファ

58 参照画像計算部

60 参照画像バッファ

62 ブロック抽出部

64 ブロック分割部

66 ブロックバッファ

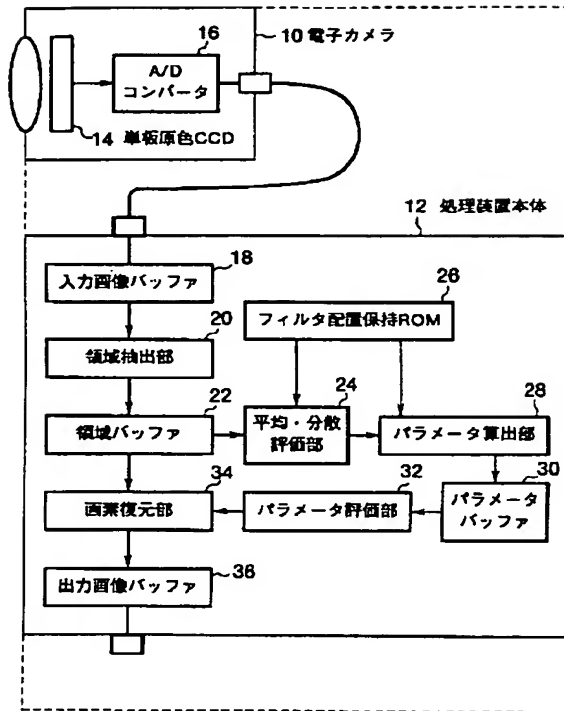
68, 68b ブロック復元部

70 アーティファクト評価部

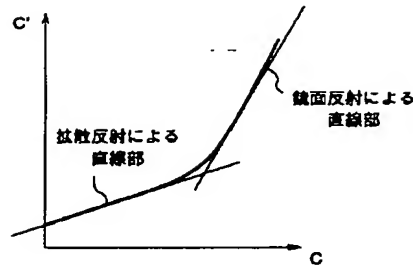
72 線形補間部

74 積算平均部

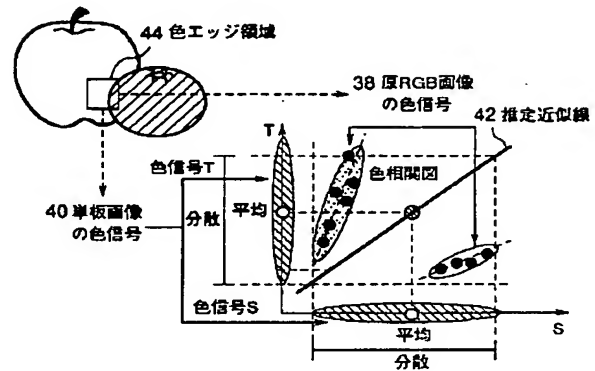
【図1】



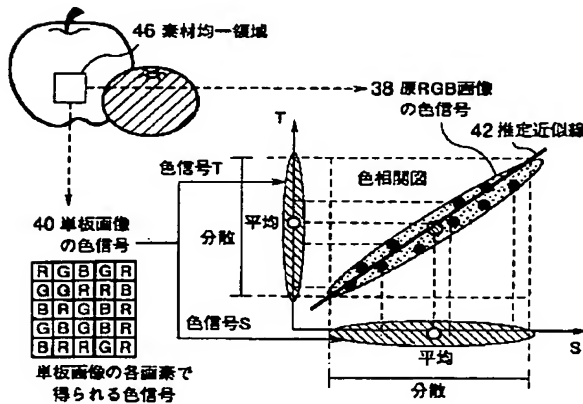
【図2】



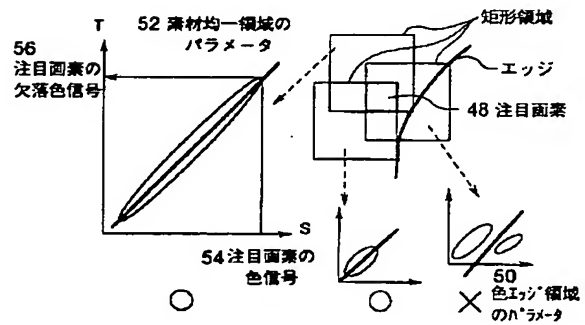
【図4】



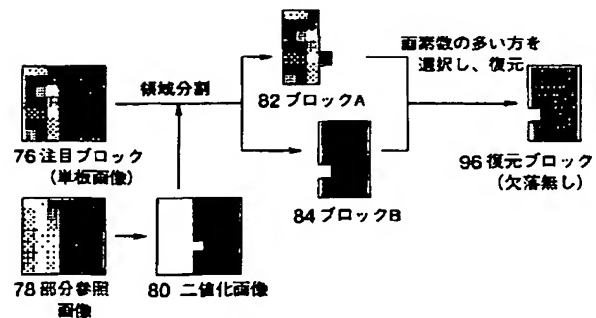
【図3】



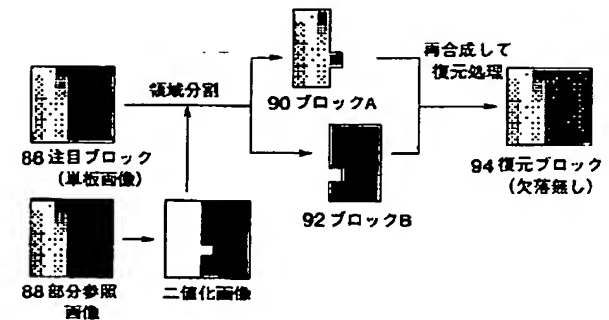
【図5】



【図7】



【图8】

[illegible]